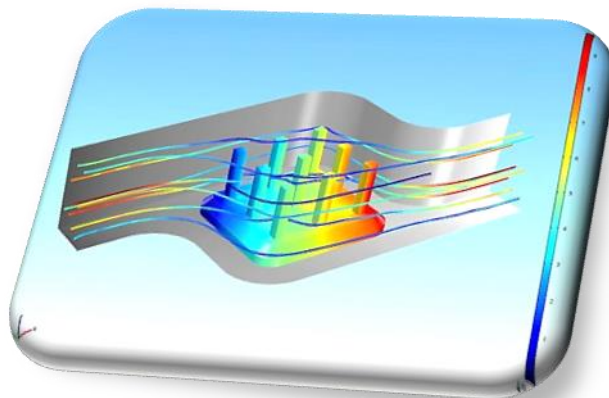


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ

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

25– 29 мая 2015 г.

**В двух томах
Том 1**

Томск-2015

УДК 620.1
ББК 30.3
Н54

Н54 **Неразрушающий контроль:** сборник трудов V Всероссийской научно-практической конференции «Неразрушающий контроль: электронное приборостроение, технологии, безопасность». В 2 т. Т. 1 / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 386 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, 2015
© Обложка. Издательство Томского
политехнического университета,
2015

Секция 1: Современные системы и технологии в неразрушающем контроле

БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО В ПРАКТИКЕ РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Абросимова Е.С.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Кайдзен, лин, производственная система Toyota... Эти слова привлекают внимание многих управленцев в России, и особенный интерес к ним замечен в последнее время. В чем же причина?

Все знают, что компании, работающие в одной отрасли, производят похожие продукты, используя при этом одинаковое сырье и технологии, а потом реализуют свою продукцию в одном и том же секторе рынка. Однако, почему-то результаты у всех разные.

В успешных компаниях качество продукции выше, чем у конкурентов, и при этом, себестоимость может быть ниже. Главный вопрос: как при всех прочих равных условиях компания сможет повысить свою эффективность и стать лидером рынка?

Для ответа на этот вопрос обратим внимание на восток. Если на западе компании предпочитают меняться за счет больших, но редких преобразований, то на востоке принят иной подход. Компании меняются на протяжении всей своей жизни, непрерывно совершенствуясь каждую минуту. Это и есть основа философии бережливого производства.

Как отмечают большинство руководителей предприятий, в России основной преградой для внедрения бережливого производства является нежелание персонала, в первую очередь рабочих на производстве, учиться и применять элементы данной философии. Возникает вопрос мотивации персонала. Однако гораздо хуже, когда само руководство компании не вовлечено на 100 % и лишь «на словах» готово изучать и внедрять бережливое производство [1].

Что же дает в итоге применение бережливого производства? Во-первых, это снижение затрат. Во-вторых, это оптимизация использования производственных площадей, что также может существенно снизить затраты или увеличить прибыль. В третьих, это снижение дефектов и сокращение длительности производственного цикла, что опять же экономит средства, еще и репутацию компании может значительно повысить. Ну и наконец, снижение запасов, а значит уменьшение складских помещений и хорошо отлаженный процесс поставок [2].

Любую систему управления производством невозможно принять без ее применения на практике. Рассмотрим алгоритм внедрения философии бережливого производства на предприятии промышленного комплекса ОАО «ХХХ».

На сегодняшний день на предприятии существует ряд задач, решение которых повлечет за собой увеличение производительности труда:

- низкоэффективная система управления производством,
- низкий уровень взаимодействия между подразделениями,
- низкая производственная дисциплина,
- отсутствие внутрицехового планирования,
- отсутствие закрепления зон ответственности и точного распределения функций среди рабочих,
- мало сотрудников молодого возраста.

Для начала работ был выбран процесс сборки электродвигателя. Анализ текущего состояния процесса основывался на трех методиках бережливого производства:

- построение карты потока создания ценности,
- построение причинно-следственной диаграммы,
- использование «5 почему?».

Целью исследования текущего состояния процесса и применения инструментов бережливого производства является повышение производительности труда в два раза.

Для процесса сборки электродвигателя определили заказчиков процесса. В дополнении к этому для полного описания процесса были определены границы, а именно: начало процесса с момента получения комплектации с центрального комплектующего склада и его окончание с момента отправки на упаковку.

Основная работа по оптимизации процесса заключалась в применении инструмента «Картирование потока», который позволил детально рассмотреть существующий поток производства, выявить узкие места и недоработки.

В результате построения карты потока «как есть» или карты текущего состояния было выявлено следующее: для электромонтажных работ составили структуру потерь, на основании которой было заключено, что основные потери приходятся на работу, имеющую низкую квалификацию. К таким работам относятся транспортировка изделий и закрытие ленты. От общего времени, затрачиваемого на сборку партии из 10 штук изделий, на транспортировку машин приходится 3,15%, а на закрытие ленты 5%. Как видно, числа не велики. Но электромонтажник выполняет такого рода работы по мере его

оповещения, которое может прийти в любой момент времени, тем самым он вынужден оставить работу, которая имеет более высокую квалификацию. Отвлекаясь на транспортировку, электромонтажник теряет концентрацию, что влечет за собой потерю производительности. В связи с этим было принято решение передать данные операции подсобному рабочему с целью повышения производительности труда электромонтажника.

Следующим этапом работ стало применение инструмента «5S», с помощью которого удалось добиться оптимального размещения производственных мощностей, что позволило сократить время на изготовление одного изделия.

На основании карты текущего состояния была смоделирована карта идеального состояния выполнения процесса.

При работе с картой потока разработали матрицу решений с указанием эскизных решений и сроком их выполнения. Одним из таких решений является создание визуализированных операционно-контрольных карт. Большое количество технологических карт написаны так, что новый рабочий не сможет разобраться в технологии, а уже опытные сотрудники делают все по памяти. Поэтому необходимо актуализировать карты, а лучше визуализировать, с целью избавления от большого количества текста, потому что наглядное изображение выполнения операций будет понятнее и намного лучше запоминаться.

На сегодняшний день в смену производится 11 изделий, с применением на ОАО «XXX» принципов и методов бережливого производства, правильное использование его инструментов приведет к увеличению производительности, т.е. за смену будет производиться 24 изделия.

Вовлечение сотрудников, изменение менталитета или изменение корпоративной культуры — одна из самых сложных задач бизнеса. Нужно понимать, для чего понадобилась эта задача. Методы и концепции улучшений, такие как бережливое производство, являются средством достижения определенных целей, а не самоцелью. Ради долгосрочного повышения конкурентоспособности компании может понадобиться менять корпоративную культуру.

Изменения корпоративной культуры похоже на выращивание сада. Садовник (менеджер) должен ежедневно одинаково начать выполнять продуманные действия. И не на следующий день, а спустя определенное время появятся первые всходы (первые примеры новой корпоративной культуры), за которыми нужен будет особый уход. И только когда новые ростки окрепнут, и сад сформируется, можно будет пользоваться

созревшими плодами повышения качества и производительности труда[3].

Список информационных источников

1.Н.Б. Фейгенсон, И.С. Мацкевич. Бережливое производство и системы менеджмента качества: серия докладов в рамках проекта «Промышленный и технический форсайт Российской Федерации». – Фонд «Центр стратегических разработок «Северо-Запад». – Спб., 2012. – Вып. 1 – 71 с.

2.Зубкова В. Ю. Управление предприятием на основе принципов бережливого производства // Качество - стратегия XXI века: материалы XVII Международной научно-практической конференции. Томск: Изд-во ТПУ, 2012. - С. 58-61.

3.Кайдзен для рабочих. / пер. с англ. – М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2008. – 152 с.

ВНЕДРЕНИЕ ПРИНЦИПОВ ХАССП НА ПРИМЕРЕ ОАО «АК ТОМСКИЕ МЕЛЬНИЦЫ»

Алимова А.Д., Хасенова А.Б.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

С целью защиты жизни и здоровья человека, предупреждения действий, вводящих в заблуждение потребителей и защиты окружающей среды с 1 июля 2013 года вступил в силу технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». В статье 11 «Требования к обеспечению безопасности пищевой продукции в процессе ее производства (изготовления)» данного регламента установлена необходимость разработки, внедрения и поддержки процедур, основанных на принципах ХАССП, при осуществлении процессов производства пищевой продукции [1]. Разработанное руководство по внедрению стандарта ХАССП и сертификация предприятия по стандарту ГОСТ Р ИСО 22000-2007 «Система менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции» (далее ГОСТ Р ИСО 22000-2007) или по стандарту ГОСТ Р 51705.1-2001 «Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе ХАССП. Общие требования» (далее

ГОСТ Р 51705.1-2001) является подтверждением того, что организация применяет концепцию ХАССП. За несоблюдение производителями пищевой продукции требований технического регламента установлена административная ответственность согласно ч.ч. 1-3 статьи 14.43 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях. Вместе с тем, в соответствии с п.3.3 Решения Комиссии Таможенного союза до 15 февраля 2015 года допускается производства и выпуск в обращение продукции в соответствии с обязательными требованиями [2].

Связи с этим у компаний возникла необходимость внедрить на предприятия систему ХАССП и сертифицироваться по ней. В данной статье будут рассмотрены этапы внедрения ХАССП на мукомольном предприятии, на примере ОАО «АК Томские мельницы».

ХАССП (англ. НАССР – Hazard Analysis and Critical Control Points, анализ рисков и критические точки контроля) – системы управления безопасностью пищевых продуктов, основная задача, которой обеспечение контроля на всех этапах производственного процесса. А также при хранении и реализации продукции, то есть везде, где может возникнуть опасная ситуация, связанная с безопасностью потребителя [3].

Принципиальных отличий между стандартами ГОСТ Р ИСО 22000-2007 и ГОСТ Р 51705.1-2001 нет, но ГОСТ Р ИСО 22000-2007 (идентичный международному стандарту ИСО 22000:2005) – стандарт более высокого уровня, он гармонизирует требования к предприятиям пищевой промышленности различных стран (вне зависимости от вида продукции), включает принципы ХАССП, учитывает требования по безопасности продукции крупнейших мировых торговых объединений и полностью включает требования ГОСТ Р 51705.1-2001. Поэтому внедрение именно этого стандарта руководство ОАО «АК Томские мельницы» посчитала целесообразней.

Этапы внедрения ХАССП на ОАО «АК Томские мельницы»:

1. На предприятии руководство определило и документально оформило область распространения системы ХАССП. Область распространения: производство муки пшеничной, муки ржаной, крупы манной, крупы овсяной, отрубей пшеничных и ржаных. Также руководством была определена и задокументирована политика относительно безопасности выпускаемой продукции, включающая в себя цели в области обеспечения качества и методы достижения данных целей.

2. Приказом была сформирована и назначена рабочая группа ХАССП, которая несет ответственность за разработку, внедрение и

поддержание системы ХАССП в рабочем состоянии. В данную группу вошли: начальник производственно технической лаборатории, начальник технического отдела, технологи мельзаводов №1, 2, 3, начальник элеватора, главный механик, а также консультанты Томского политехнического университета.

3.Рабочая группа ХАССП произвела сбор информации о продукции и сырье. Продукция была описана в соответствии с пунктом 7.3.3.2, а сырье в соответствии с пунктом 7.3.3.1 ГОСТ Р ИСО 22000-2007. Были описаны: пшеница, рожь, мука пшеничная, мука ржаная, крупа манная, крупа овсяная, отруби пшеничные и ржаные. После сбора информации о продукции и сырье рабочая группа приступила к сбору информации о производстве. Информация о производстве включает в себя анализ территории предприятия, план цехов, технологические схемы. Технологические схемы были разработаны в соответствии с пунктом 7.3.5 ГОСТ Р ИСО 22000-2007.

4.Согласно пункту 7.4 ГОСТ Р ИСО 22000-2007 был проведен анализ рисков по трем видам опасностей: микробиологические, химические и физические. Виды опасностей были определены в процессах: отпуск зерна в производство, подготовка зерна к помолу, производство продукции, упаковка. Хранение продукции, реализация продукции и проверка транспортных средств.

5.Разработаны планово-предупреждающие действия, которые включают в себя разработку и документирование следующих процедур:

- Аудит поставщиков, входной контроль.
- Идентификация и прослеживаемость продукции.
- Контроль испытаний продукции.
- Управление несоответствующей продукцией.
- Техническое обслуживание и ремонт оборудования.
- Мойка инвентаря и дезинфекция технологического оборудования.
- Соблюдение правил личной гигиены.
- Уборка помещений.
- Сбор мусора и отходов.
- Борьба с грызунами, насекомыми и другими вредителями.
- Обучение персонала.

6.Рабочая группа определила критические контрольные точки (далее ККТ) согласно пункту 7.6.2 ГОСТ Р ИСО 22000-2007.

- ККТ1 покрытие грибами в процессе отпуска зерна в производстве.
- ККТ2 превышение количества металломагнитной примеси в процессе подготовки зерна к помолу.
- ККТ3 крупность зерна в процессе производства муки.

- ККТ4 условия хранения в процессе хранения продукции.

7.Планируется разработка плана ХАССП, который представляет собой набор рабочих листов для каждой ККТ. План ХАССП включает в себя:

- Опасности, которые угрожают безопасности пищевой продукции и которыми необходимо управлять в критической контрольной точке.

- Мероприятия по управлению.

- Критические пределы.

- Процедуры мониторинга.

- Коррекцию и корректирующие действия, которые будут предприняты, если будут превышены критические пределы.

- Распределение ответственности и полномочий.

- Ведение записей при мониторинге [4].

8.После разработки плана ХАССП, будет необходимо регулярно проводить проверки для подтверждения соблюдения всех требований, необходимых для функционирования системы ХАССП.

На данном этапе работы был проведен анализ рисков и определены критические контрольные точки, что является основой для создания системы ХАССП на пищевом предприятии. В результате анализа рисков были выявлены возможные опасности и определены меры управления ими, создана основа для определения ККТ. Ведь полное и точное выявление всех ККТ является основой для систематического управления опасностями пищевых продуктов.

Список информационных источников

1.Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

2.Решение Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 №880 «О принятии технического регламента Таможенного союза № 880 «О безопасности пищевой продукции».

3.[Электронный ресурс]: Режим доступа: – http://omsktest.ru/stati/article_post/pervaya, публичное использование. – Загл. с экрана. (дата обращения 08.10.2014).

4.ГОСТ Р ИСО 22000-2007 «Система менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции».

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ОСНОВЕ ВНЕДРЕНИЯ СТО «УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ»

Белоусов А.М.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Авиационная, космическая и оборонная промышленности являются наукоемкими и специфичными отраслями с высокими рисками, связанными с качеством производимой продукции. В целях снижения таких рисков в организациях, осуществляющих проектирование, разработку и производство, авиационной, космической и оборонной продукции был разработан, стандарт AS 9100 с дополнительными требованиями к системе менеджмента качества (СМК), созданную по стандарту ISO 9001.

Стандарт AS 9100 включает в себя ряд дополнительных требований, специфичных для аэрокосмической отрасли, которые позволяют уделять наибольшее внимание прямому воздействию на безопасность и надежность продукции.

Основные дополнительные требования включают в себя:

- управление конфигурацией – это требования, обеспечивающие управление конфигурацией на всех этапах жизненного цикла продукции в целях гарантии контроля функциональности и физических характеристик продукции;

- проектирование – гарантирует, что проектные организации обладают стабильным процессом проектирования, чтобы обеспечить безопасность и надежность, требуемую в аэрокосмической отрасли;

- мониторинг и измерение продукции – определяют требования к валидации продукции перед отгрузкой [2].

В России действует ГОСТ Р ЕН 9100-2011 «Национальный стандарт Российской Федерации Системы менеджмента качества. Организаций авиационной, космической и оборонных отраслей промышленности. Требования», который идентичен европейскому региональному стандарту EN 9100-2009 «Аэрокосмическая серия. Системы менеджмента качества. Требования».

Одним из преимуществ внедрения стандарта ГОСТ Р ЕН 9100-2011 для совершенствования СМК является то, что его использование направлено на выравнивание подходов к менеджменту качества в отечественных организациях оборонного комплекса РФ и аналогичных

зарубежных организациях. В тексте стандарта ГОСТ Р ЕН 9100-2011 установлены дополнительные требования [1] к управлению проектом.

Стартовая точка для управления проектами – установление, согласование и формализация контрактных требований между заказчиком и поставщиком, из которых ясно следуют обязательства поставщика.

Работы выполняются в соответствии с контрактом и приложениями к нему, которые содержат требования к выполнению работ.

Также предприятие, которое реализует проект, должно установить точки обязательного контроля с целью проверки соответствия образца продукции заданным требованиям.

Управление проектом обеспечивает целостность и документирование всего объема данных об изделии, прозрачность всех шагов, состав и конструкцию отдельных компонентов изделия.

Список информационных источников

1.ГОСТ Р ЕН 9100-2011 Системы менеджмента качества организаций авиационной, космической и оборонных отраслей промышленности. Требования. – Стандартиформ, 2012. – 23 с.

2.Обеспечение качества радиоэлектронных средств для авиационной, космической и оборонной техники на этапах жизненного цикла продукции /Кохтина М.В. Материалы Международной научно-технической конференции INTERMATIC-2014. С.263-264.

ОРГАНИЗАЦИЯ ВНУТРЕННЕГО АУДИТА И ПУТИ ЕГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Белоусова И.С.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Аудит качества – систематический, независимый и документированный процесс получения свидетельств аудита и объективного их оценивания с целью установления степени выполнения согласованных критериев аудита (ИСО 19011:2012 «Руководящие указания по аудиту систем менеджмента») [1].

Внутренний аудит [1] – важный инструмент оценки эффективности системы менеджмента качества, существующей в организации.

Внутренний аудит является высшей формой контроля руководством системы менеджмента качества предприятия. Он проводится для того, чтобы определить соответствие деятельности и результатов в области качества запланированным мероприятиям, требованиям ИСО 9001, а также требованиям, разработанным самой организацией. Результаты внутренних проверок служат основой входных данных для анализа со стороны руководства и позволяют организации декларировать свое соответствие ИСО 9000. Поэтому немаловажно значит, как правильно запланировать, организовать и провести проверки, а затем - проанализировать их результаты.

Внутренний аудит проводится со следующими целями [2]:

- Оценка эффективности функционирования СМК и определение возможностей и путей ее улучшения;
- Выявление несоответствий в СМК (процедурах, процессах, продукции) установленным требованиям;
- Определение всех причин выявленных несоответствий (основных, дополнительных, сопутствующих);
- Проверка и оценка эффективности корректирующих мероприятий по результатам предыдущих проверок.

Проверки могут осуществляться как персоналом службы качества так и специально создаваемыми группами с привлечением подготовленных и аттестованных аудиторов по внутренним проверкам [3]. Программу аудита составляет проверяемый аудитор. Однако программа аудита представляет собой не просто годовой график аудитов, а все виды деятельности, необходимые для планирования и организации аудитов, а также предоставления ресурсов, обеспечивающих их результативное и эффективное выполнение в конкретные сроки.

В программе аудита должны быть определены:

- цели и объём программы,
- ответственность по программе аудита в целом и по отдельным аудитам,
- процедуры, в соответствии с которыми должны проводиться аудиты.

Результаты внутреннего аудита являются основными входными данными, как всех мероприятий по улучшению СМК, предусмотренных стандартом ГОСТ ISO 9001-2011, так и самого процесса улучшения. Мероприятия по улучшению включают в себя: корректирующие и предупреждающие действия, анализ данных, анализ СМК со стороны руководства. Для организации внутреннего аудита необходимо задокументировать процесс и обучить внутренних аудиторов.

Количество внутренних аудиторов зависит от масштаба конкретной организации и потребностей высшего руководства в максимально объективной оценке СМК [2]. Стандарт ГОСТ ISO 9001-2011 требует соблюдение двух принципов внутреннего аудита – беспристрастность и объективность, т.е. аудитор не имеет право проверять свою деятельность, следовательно, необходимо наличие как минимум двух аудиторов [4].

Внутренний аудит системы менеджмента качества проходит в «ИАЭ НЯЦ РК» с целью определения соответствия системы менеджмента предприятия установленным требованиям международного стандарта, оценки результативности и поддержания в рабочем состоянии. Итоги внутреннего аудита на предприятии «Институт атомной энергии»:

- Аудит показал, что в целом система менеджмента качества работает;

- Выявлен ряд незначительных несоответствий, так как не все приборы прошли поверку. Сразу же были сформулированы корректирующие действия и рекомендации по улучшению СМК. После их выполнения система станет еще лучше, а работа сотрудников — более эффективной.

Список информационных источников

1. Л.А. Алексеев Аудит систем качества и сертификация; учебное пособие для вузов / Л. А. Алексеев, М. Н. Янушевская; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — 118 с.
2. ГОСТ Р ИСО 19011:2012. Руководящие указания по аудиту систем менеджмента. Стандартиформ. -2013.-36 с.
3. Никитин, В.А. Управление качеством на базе стандартов ИСО 9000-2000 / В.А. Никитин. — СПб.: Питер, 2002. — 272 с. илл.
4. ГОСТ Р ИСО 9001 - 2011. Системы менеджмента качества. Требования. – М: Стандартиформ. – 2012. –27 с.
5. В. В. Рудько-Силиванов, К. В. Лапина, Е. А. Крючкова Концептуальные основы и практика организации системы внутреннего контроля / 2011.

АУДИТ СОВРЕМЕННЫЙ ИНСТРУМЕНТ МОНИТОРИНГА

Брянская Д.С.

Томский политехнический университет

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

Аудит – это систематически независимая проверка организации, системы, процесса, проекта или продукта, компетентным лицом с целью установления объективной оценки тех или иных параметров. Аудиторская деятельность в целом весьма многогранна, но в данной статье будет рассмотрен пример проведения внутреннего аудита на предприятии г. Томска ОАО АК «Томские мельницы», занимающиеся производством мучных изделий, круп и комбикорма. Так как целью исследования является оценка функционирования системы ХАССП на предприятии, наиболее подробный результат работы сможет помочь выявить именно внутренняя проверка.

Внутренний аудит является неотъемлемым и важным элементом управленческого контроля. Чаще всего, как правило, потребность во внутреннем аудите возникает на крупных предприятиях в связи с тем, что верхнее звено руководства не может заниматься повседневным контролем деятельности организации. Внутренний аудит дает информацию об этой деятельности и подтверждает достоверность отчетов всех подразделений предприятия.

Проблема повышения качества продукции является одной из наиболее важных проблем в условиях конкурентного рынка. Опасности в пищевой продукции могут возникнуть на любой стадии её производства, в связи с этим, адекватное управление по всей пищевой цепочке является весьма важным. И здесь, немалое значение имеют, так называемые – критические точки контроля, то есть определение проблемных мест, связанных с употреблением пищевых продуктов. Выделяя такие точки и организуя, контроль над ними, предприятие может существенно уменьшить или предотвратить значительную часть рисков или опасностей, то есть целенаправленно влиять на повышение качества и безопасность выпускаемой продукции. Именно поэтому существует необходимость проведения регулярных проверок (аудитов), функционирования существующей системы в организации.

На сегодняшний день производство ОАО АК «Томские мельницы» состоит из шести ККТ, внутренний аудит был произведен по каждой критической контрольной точки, что в свою очередь помогло более наглядно рассмотреть функционирование внедрённой системы ХАССП.

Необходимая документация, процедура и последовательность проведения внутреннего аудита функционирования системы ХАССП на предприятии ОАО АК «Томские мельницы», были разработаны и реализованы на основе лучших практик отечественных и зарубежных экспертов в области проведения аудитов. План и программа аудита являются важными документами содержащими перечень задач в определенной последовательности их выполнения, с помощью которых получают достаточные и надежные аудиторские доказательства.

Для составления плана мероприятия и программы проведения проверки, необходимо в первую очередь ознакомиться с видом деятельности предприятия, выпускаемой продукцией и всем необходимым пакетом документов касающихся области проверки. В течение месяца был изучен план ХАССП предприятия ОАО АК «Томские мельницы», на основании шести критических контрольных точек, выделялись основные процессы, которые в последующем подверглись проверке, и каждый процесс был отнесен к соответствующему пункту стандартов ГОСТ Р ИСО 22000-2007 и ГОСТ ISO 9001-2011.

Составление контрольного чек – листа (вопросник), позволяющий не упускать важные факты, и фиксировать все возникающие замечания и комментарии. Чек – лист или как его обычно называют, вопросник выглядит следующим образом согласно таблице 1.

По разработанному вопроснику и программе аудита произведена проверка работы системы безопасности пищевой продукции с помощью анализа документации, проведения интервью с сотрудниками производства и наблюдения за процессом выполнения работы.

На завершающем этапе аудита произведено обобщение всей полученной в ходе проверки и сосредоточенной в рабочей документации информации, а так же выделены моменты, нуждающиеся в исправлении.

Таблица 1

Фрагмент чек – листа, аудита системы менеджмента безопасности пищевой продукции на предприятии ОАО АК «Томские мельницы»

Нормативный документ	№ п/п	Вопросы аудита	Примечания, комментарии	ККТ
ГОСТ Р ИСО 22000-2007	7.5	1.Разработка производственных программ обязательных предварительных мероприятий		ККТ 1 - Прием зерна на элеватор, формирование партий зерна
		1.Разработаны ли программы обязательных предварительных мероприятий?	(указываются обнаружения аудита)	
		2.Поддерживаются в рабочем состоянии		
ГОСТ ISO 9001 :2011	7.4.	2.Закупки зерна по договорам с поставщиками		
		1.Производится ли оценка и выбор поставщиков на основе их способности поставлять продукцию в соответствии с требованиями организации?		
		2.Разработана ли документированная процедура по закупкам продукции?		

Таким образом, если аудиты выполняются должным образом, любая проверка может служить мотивацией для персонала всех уровней и поможет создать и поддерживать настоящую среду качества. Правильная организация процесса внутреннего аудита помогает каждому работнику на своем месте определить, насколько верно он выполняет предписанные ему функции и свое взаимодействие в рабочем процессе. Ценность внутреннего аудита зависит от того, как

запланировано его проведение, как он осуществляется и каковы его результаты.

Список информационных источников

1. Аудит качества. URL: <http://www.up-pro.ru/encyclopedia/audit-kachestva.html> (дата обращения 06.05.15).
2. Особенности внутреннего аудита системы менеджмента. URL: <http://biglibrary.ru/category38/book135/part9/> (дата обращения: 04.05.15).

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В УПРАВЛЯЮЩЕЙ КОМПАНИИ

Буреева М.С.

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

Важным направлением проводимых в России преобразований является совершенствование системы управления, вызванное необходимостью стабилизации социально-экономической ситуации в стране. Одним из показателей стабильности и благополучия жизнедеятельности общества является эффективное функционирование жилищно-коммунальной сферы. В качестве решения задачи создания эффективной системы управления сферы жилищно-коммунальных отношений предлагается внедрение системы менеджмента качества.

Ключевые слова: система менеджмента качества, жилищно-коммунальное хозяйство, управляющая компания, качество.

В современных условиях рыночной экономики эффективная деятельность любой организации возможна лишь в том случае, если производимая продукция или оказываемые услуги соответствуют потребительскому спросу и действующим нормативным документам; предлагаются покупателю по конкурентоспособным ценам; обуславливают получение прибыли. Продукция или услуга должны быть качественными и недорогими.

Концепция национальной политики России в области качества продукции и услуг совершенно справедливо подчеркивает, что главной

задачей в XXI веке является рост конкурентоспособности за счет роста качества во всех сферах деятельности государства и общества [1].

Важным направлением проводимых в России преобразований является совершенствование системы управления, вызванное необходимостью стабилизации социально-экономической ситуации в стране. Одним из показателей стабильности и благополучия жизнедеятельности общества является эффективное функционирование жилищно-коммунальной сферы.

Решение задачи создания эффективной системы управления сферы жилищно-коммунальных отношений требует особого внимания. В настоящее время эта сфера отношений является источником постоянного социального напряжения и социальных конфликтов [2]. Спектр задач, которые необходимо разрешить, требует системного подхода к управлению. В качестве решения данной проблемы предлагается внедрение системы менеджмента качества.

В России на данный момент внедрение СМК в сфере жилищно-коммунального хозяйства пока большого распространения не получило. Это обусловлено, в первую очередь, спецификой отрасли. Управляющая компания предоставляет услуги и выполняет работы, а не производит конкретную продукцию. Общеизвестно, что задача оценки качества услуг существенно сложнее, чем аналогичная задача, решаемая для качества промышленной продукции, так как в значительной мере затрагивает оценку субъективного восприятия со стороны потребителя [4]. Кроме того, качество оказываемых населению услуг напрямую зависит от качества работы ресурсоснабжающих организаций, которые зачастую являются монополистами.

Внедрение СМК в организации представляет собой задачу, условия которой определяются спецификой деятельности компании, ее организационной средой и рядом других внешних и внутренних факторов.

ЗАО «Уют ТДСК» – управляющая компания, обеспечивающая благоприятные и безопасные условия владения и пользования общим имуществом собственниками помещений путем предоставления услуг по управлению многоквартирными домами населению г.Томска.

Целью дипломного исследования является разработка и внедрение системы менеджмента качества и подготовка к сертификационному аудиту управляющей компании «Уют ТДСК».

Для реализации указанной цели в ходе работы были решены следующие задачи:

- проанализирована литература по вопросам внедрения и разработки СМК организации;

- проведен диагностический аудит в управляющей компании;
- описаны бизнес-процессы организации;
- разработана документация СМК;
- проведен сертификационный аудит.

Объектом дипломного исследования является управляющая компания ЗАО «Уют ТДСК»

Предмет исследования – система менеджмента качества управляющей компании.

В процессе выполнения работы использовались методы: монографический – для изучения литературы по рассматриваемой проблеме; графический – для создания моделей процессов и видов деятельности, организационной структуры предприятия; статистический – для определения удовлетворенности потребителей жилищно-коммунальными услугами; интервьюирование сотрудников.

Управляющая компания ЗАО «Уют ТДСК» на протяжении года занималась разработкой и внедрением системы менеджмента качества.

Первым этапом стало обучение персонала. Сотрудники посетили семинары «Теория и практика внедрения стандарта ISO 9001» и «Внутренний аудит систем менеджмента качества», изучили требования ISO 9001:2008 и методологию создания СМК, получили соответствующие сертификаты.

Далее был проведен анализ существующей системы управления: выявлены виды деятельности организации, составлены организационная структура и матрица ответственности, описаны бизнес-процессы организации, составлена модель процессов и видов деятельности, а также карты процессов «Прием дома» и «Заключение договоров на предоставление коммунальных услуг».

Следующим шагом стала разработка документации СМК: должностных инструкций, руководства по качеству, политики и целей в области качества, записей по качеству (Журнал осмотров, Журнал работы по заявкам, Журнал жалоб). Сотрудники были ознакомлены с документацией, внесли необходимые корректировки, стали использовать документы в своей работе.

Для оценки удовлетворенности потребителей было проведено анкетирование жильцов многоквартирных домов, обслуживаемых управляющей компанией, с последующим анализом полученных результатов. Были выявлены проблемные места в деятельности компании. По результатам опроса был составлен План по качеству.

Для определения соответствия требованиям ISO 9001:2008 был проведен диагностический аудит. Для подготовки к аудиту был составлен План аудита и опросник для каждого должностного лица. По результатам диагностического аудита были выявлены несоответствия и замечания, касающиеся функционирования СМК. После ознакомления сотрудников с результатами аудита, был разработан план корректирующих мероприятий, все несоответствия и замечания были устранены.

После осуществления всех обязательных этапов, была подана заявка на проведение сертификации в сертифицирующий орган NQA Russia. Управляющая компания успешно прошла сертификацию на соответствие требованиям международного стандарта ISO 9001:2008 и получила сертификат.

Помимо выполнения требований действующего стандарта, для облегчения перехода на новую версию были учтены некоторые требования стандарта ISO 9001:2015 [3]. Были разработаны элементы стратегии развития управляющей компании (в форме SWOT-анализа), позволяющие определить перспективные направления деятельности предприятия. Кроме того, был создан паспорт рисков, описывающий потенциальные риски одного из процессов, критерии его оценки, а также возможные мероприятия по управлению риском.

Теоретическая значимость работы заключается в возможности использования данного опыта другими предприятиями ЖКХ для повышения эффективности деятельности (модели Паспорта рисков, Карты процессов и Руководства по качеству).

Практическая значимость работы – внедрение и сертификация системы менеджмента качества. По результатам предварительного анализа функционирования СМК управляющей компании замечена положительная динамика: дважды в месяц в организации проходит совет по качеству, сотрудники четко знают и выполняют свои должностные обязанности; еженедельно проводится анализ жалоб и рекламаций, поступающий от потребителей; отлажены процессы приема дома и заключения договора с собственниками жилья.

Последующее эффективное функционирование СМК, постоянное поддержание ее в рабочем и управляемом состоянии может помочь компании достичь существенных результатов при рациональном использовании различных видов ресурсов.

Список информационных источников

1. Лapidус В.А. Качество. Начнем с начала // Сертификация. 2013. № 4. С. 4-8.

2. Логанина В.И. Разработка системы менеджмента качества на предприятиях. Практическое руководство: учебное пособие / В.И. Логанина, О.В. Карпова, Р.В. Тарасов. – М.: КДУ, 2008. – 148 с.

3. Левада-центр. Аналитический центр Юрия Левады. Медицина, образование и ЖКХ в представлении россиян. URL: <http://www.levada.ru/10-09-2013/meditsina-obrazovanie-i-zhkhkh-v-predstavlenii-rossiyan/>, свободный (дата обращения: 12.12.2014).

3. ИСО - Международная организация по стандартизации. Разработчик и издатель международных стандартов [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. и электрон. граф. дан. – URL: <http://www.iso.org/iso/ru/home/standards/certification/iso-survey.htm?certificate=ISO%209001&countrycode=SV#countrypick/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ. Дата обращения: 20.02.2015

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В ООО «МОНЕТА»

Герасимова О.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

В статье рассматривается использование в действии следующих инструментов в ООО «Монета»: проведение картирования потока создания ценности, выявление основных проблем, организация рабочего пространства, диаграмма «Спагетти».

Ключевые слова: *бережливое производство, картирование потока создания ценности.*

В условиях глобализации и постоянного роста требований и ожиданий потребителей организации вынуждены постоянно адаптировать и улучшать свою организацию бизнеса. Концепция бережливого производства может содействовать организациям в повышении их конкурентоспособности и эффективности бизнеса, предлагая комплекс методов и инструментов по всем направлениям деятельности, позволяющий производить товары и оказывать услуги в

минимальные сроки и минимальными затратами с требуемым потребителем качеством.

Цель исследования: повышение результативности процесса производства автомата «Монетный аттракцион» в ООО «Монета» за счет применения инструментов бережливого производства.

Задачи исследования: изучить методы бережливого производства, провести картирование потока создания ценности, выявить основные проблемы процесса, организовать рабочее пространство, построить диаграмму «Спагетти».

Методы исследования: анализ, обобщение, наблюдение, эксперимент.

В соответствии с ГОСТ Р 56020 – 2014 бережливое производство (lean production) – концепция организации бизнеса, ориентированная на создание привлекательной ценности для потребителя путем формирования непрерывного потока создания ценности с охватом всех процессов организации и их постоянного совершенствования через вовлечение персонала и устранение всех видов потерь[1]. К основным инструментам бережливого производства относят: стандартизацию работы, организацию рабочего пространства (5S), картирование потока создания ценности, визуализацию, быструю переналадку, защиту от непреднамеренных ошибок, канбан, всеобщее обслуживание оборудования.

Концепция бережливого производства появилась в России в начале XX века, когда была на пике популярности за рубежом. К отечественным предприятиям, которые создали свою производственную систему с использованием методов бережливого производства, можно отнести Сбербанк, Группу ГАЗ, Иркут, Росатом, КамАЗ, Русал, ЕвразХолдинг, Еврохим, ВСМПО-АВИСМА, КУМЗ, Sollers [2]. На рисунке 1 показана распространенность компаний внедривших концепцию бережливого производства в России.

Для освоения на практике концепции Бережливого производства был произведен анализ в компании ООО «Монета», которая занимается производством сувенирного оборудования под торговой маркой «Монетный аттракцион». Целью работы с компанией является повышение эффективности процесса производства автомата «Монетный аттракцион» за счет применения инструментов бережливого производства.

Для достижения этой цели были использованы в действии следующие инструменты: проведение картирования потока создания ценности, выявление основных проблем, организация рабочего пространства, диаграмма «Спагетти».

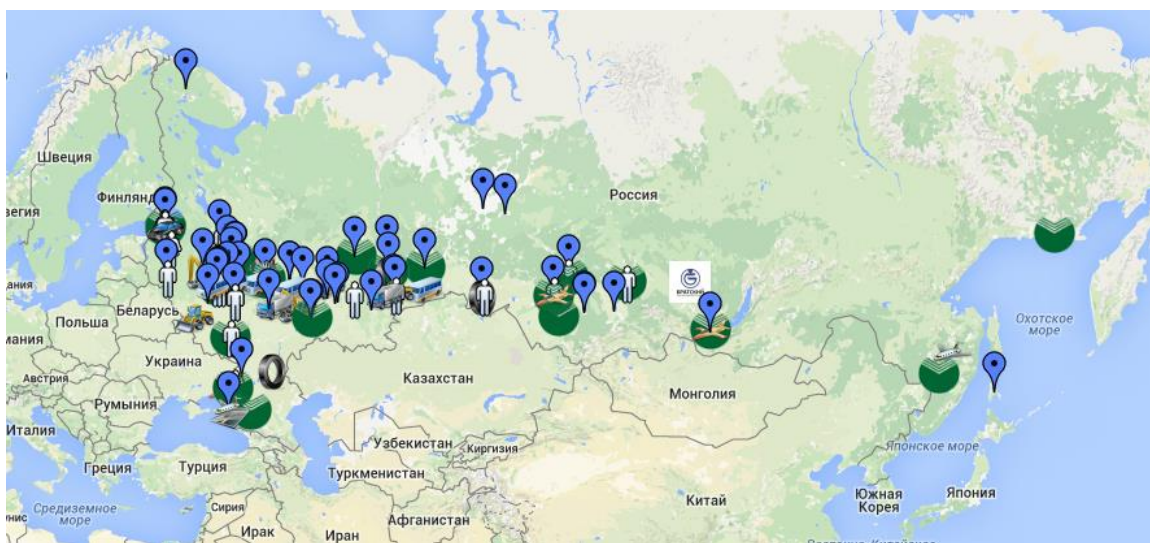


Рис. 1. Распространенность компаний внедривших концепцию бережливое производство

В ходе наблюдения процесса сборки автомата «Монетный аттракцион» было выявлены следующие проблемы:

- Постоянное отвлечение работников от процесса;
- Трата времени на распаковку;
- Условия рабочего места недостаточно оборудованы для эффективной работы;
- Неудобное расположение стеллажей;
- Лишняя трата на закупку мониторов с последующим извлечением матрицы;
- Нет мест для складирования готовых автоматов;
- Загроможденность помещения;
- Отсутствие на рабочем месте регламента с подробным указанием хода процесса.

Также была построена карта потока текущего состояния, из которой подробно видно, что время добавления ценности составляет малую часть из всего времени цикла, а коэффициент эффективности составляет 0,4%.

После проведения анализа работники организации пожелали улучшить эффективность своей работы и снизить количество времени, затраченное на лишние движения. Совместно с ними была проведена перестановка стеллажей, задействованных в работе, зонирование рабочего пространства, а также все лишние предметы были удалены. После сокращения потерь, время, затраченное на работу, значительно сократилось: дефекты составили 173 сек., лишние движения - 1576 сек.,

лишние этапы - 804 сек., была построена карта потока будущего состояния с коэффициентом эффективности 5,1%.

Анализ диаграммы «Спагетти» процесса сборки автомата наглядно показал, что работник совершает много лишних движений и в суммарном метраже проходит 341 метр за 682 секунды работы

По окончании своей работы на данном предприятии были разработаны некоторые рекомендации для улучшения процесса и повышения его эффективности:

1. Выделить отдельный кабинет для сборки, либо назначать время приема потребителей на свободное от работы время

2. Распаковывать материал сразу после получения и составлять его в определенном порядке

3. Наглядно расположить инструменты в порядке необходимости их применения

4. Скомпоновать все детали и сложить их в одном стеллаже, расположенном удобно для работника, а также сделать маркировку на инструментах, ящиках и полках

5. Найти поставщика, который поставляет непосредственно матрицы

6. Выделить необходимое пространство для складирования

7. Необходимо создать доску для информации, регламента процесса, инструкций

Некоторые из них уже были выполнены, как отмечалось выше.

Правильная организация рабочего пространства оказывает значительное влияние на производительность, уменьшает потери до минимума, повышает безопасность и удобство в работе.

Применение принципов и методов бережливого производства, умелое использование его инструментов позволит увеличить конкурентоспособность предприятия в любой сфере бизнеса.

Список информационных источников

1. ГОСТ Р 56020 – 2014 Бережливое производство. Основные положения и словарь. – Стандартинформ, 2014. – 33 с.

2. Производственные системы России: Аналитическое исследование. – М.: Управление производством. Центр исследований и аналитики, 2012. – 151 с.

ВОЛНОВОДНЫЙ СВЧ – ПЛАЗМАТРОН КАК СРЕДСТВО ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ

Демченко П.В., Шиян В.П.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

На сегодняшний день Россия является самой богатой страной в мире по запасу природных ресурсов. Важнейшая проблема на сегодняшний день является эффективность использования природного газа с помощью глубокой переработкой.

На данный момент основными методами переработки являются каталитический и высокотемпературный способ конверсии.

Высокотемпературную конверсия происходит при отсутствии катализатора при температуре от 1350...1450 °С и давлениях до 30–35 кгс/см² или 3–3,5 Мн./м², при этом происходит почти полное окисление метана и других углеводородов кислородом до СО и Н₂. Преимущество этого метода – отсутствие катализатора и несложное аппаратное оформление, недостаток – повышенный расход кислорода.

Каталитическая конверсия природного газа в настоящее время стало основным методом получения водорода и синтез газа для ведущих отраслей народного хозяйства. Наиболее крупными потребителями водорода и его смесей с окисью углерода или азотом являются нефтеперерабатывающая (гидрогенизационные процессы), химическая и нефтехимическая (процессы гидрирования, синтез метанола, бутанола, высших спиртов, аммиака, карбамида, искусственных топлив, пластмасс, синтетических волокон и т.д.), пищевая, энергетическая, металлургическая и другие отрасли промышленности. Промышленными методами получения водорода и его смесей конверсией природного газа являются процессы паровой, паровоздушной и парокислородной с последующей конверсией окиси углерода.

На современном этапе развития науки и техники для производства собственно водорода (технического) считается более перспективным и прогрессивным процесс паровой конверсии под давлением, осуществляемый при высоких температурах (1200-1300 °С) и высоких давлениях 40-100 МПа в реакторах, заполненных никелевым катализатором. В нефтехимии и азотной промышленности наибольшее распространение получил двухступенчатый авто термический каталитический процесс конверсии природного газа смесью водяного

пара и кислорода или обогащенного кислородом воздуха при давлении порядка 40-60 МПа, осуществляемый в первой стадии в трубчатых печах и до конверсий в реакторах шахтного типа. Одним из лучших катализаторов считается никелевый с различными примесями.

Одно из направлений глубокой переработки природного газа является использование плазмы СВЧ разряда. Плазма – частично или полностью ионизированный газ, в котором плотности положительных и отрицательных зарядов практически одинаковы. Не всякую систему заряженных частиц можно назвать плазмой. Плазма обычно разделяется на идеальную и неидеальную, низкотемпературную и высокотемпературную, равновесную и неравновесную, при этом довольно часто холодная плазма бывает неравновесной, а горячая равновесной.

Плазму делят на низкотемпературную (температура меньше миллиона К) и высокотемпературную (температура миллион К и выше). Такое деление обусловлено важностью высокотемпературной плазмы в проблеме осуществления управляемого термоядерного синтеза. Разные вещества переходят в состояние плазмы при разной температуре, что объясняется строением внешних электронных оболочек атомов вещества: чем легче атом отдает электрон, тем ниже температура перехода в плазменное состояние. В неравновесной плазме электронная температура существенно превышает температуру ионов.

В отличие от основных методов конверсии газа использование плазмы СВЧ разряда позволяет перерабатывать углеводородное сырье при атмосферном давлении. Основой предложенной технологии является совмещенные воздействия на природный газ катализатора и плазмы СВЧ разряда. Основным элементом установки, реализующей данную технологию, является плазмотрон с аксиальной системой инициирования разряда, выполненной в виде газового разрядника. В настоящей работе рассматривается СВЧ плазмотрон волноводного типа на основе волноводно – коаксиального перехода (в.к.п.).

СВЧ плазматрон

Данный СВЧ плазмотрон (рис. 1) представляет собой волноводно-коаксиальный переход – 1, состоящий из прямоугольного волновода – 2 и коаксиальной линии – 3 с полым внутренним проводником – 4 и внешним проводником – 5, образующим разрядную камеру. Данный волноводно-коаксиальный переход является переходом «пуговичного» типа. Выбор «пуговичного» типа обусловлен тем, что данная конструкция зонда обеспечивает максимальную широкополосность

(около 20 % при коэффициенте бегущей волны не менее 0,95) и электропрочность [3]. Волновод – 2 снабжен запредельным волноводом круглого сечения – 7, который одновременно служит трубопроводом для подачи плазмообразующего газа и предотвращает выход СВЧ-излучения наружу. В выходном конце волновода – 1 установлен подвижный коротко замыкающий поршень – 8 для подстройки оптимального режима плазмотрона. Волновод – 1 сечением $90 \times 45 \text{ мм}^2$ выполнен из нержавеющей стали. Внутренний проводник – 4 коаксиальной линии – 3 диаметром 16 мм и внешний проводник – 5 с внутренним диаметром 40 мм также выполнены из нержавеющей стали. Для питания плазмотрона использован магнетрон типа М-143-1 с выходной регулируемой мощностью в непрерывном режиме до 2 кВт и рабочей частотой $f = (2450 \pm 50) \text{ МГц}$. Защита магнетрона от отраженной волны обеспечивается применением ферритового вентиля ВФВВ2-13, рассчитанного на использование при уровне непрерывной СВЧ мощности до 3 кВт.

Для инициирования СВЧ разряда на торце внутреннего проводника – 4 коаксиальной линии – 3 размещен инициатор 6 в виде разупорядоченной укладки вольфрамовых спиралек.

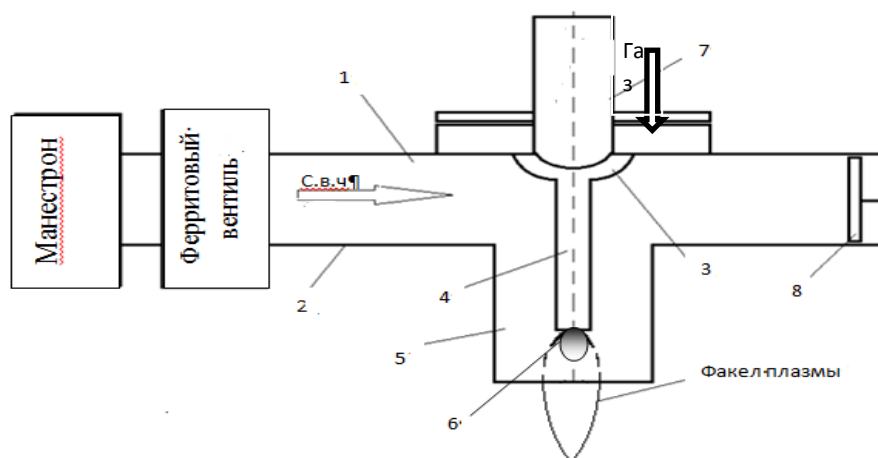


Рис. 1. СВЧ плазмотрон

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

Затем были произведены измерения параметров согласования и ослабления 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 2450МГц, КСВН = 2.8 при согласованной нагрузке,

Для проверки эффективности нашего плазматрона рассчитываем уровень отраженной мощности через коэффициент отражения:

$$|\Gamma| = \frac{\rho - 1}{\rho + 1} = \frac{2.8 - 1}{2.8 + 1} = 0.474$$

Где $|\Gamma|$ - коэффициент отражения

ρ - Коэффициент стоячей волны (КСВН)

Найдем значение уровня отраженной мощности:

$$P_{\text{отраж}} = 100\% * |\Gamma|^2 = 100\% * 0,474^2 = 22,46\%$$

Рассчитываем затухание СВЧ волны для нержавеющей волновода:

$$\lambda_{10} = \frac{\sqrt{\frac{\omega \varepsilon_0}{2 \sigma_{\text{ст}}}}}{b \sqrt{1 - \frac{\lambda^2}{4a^2}}} * \left[1 + 2 \frac{b}{a} \left(\frac{\lambda}{2a} \right)^2 \right] = 0.09263 \left(\frac{\text{дБ}}{\text{м}} \right)$$

СВЧ плазмотрон волноводного типа на основе волноводно – коаксиальным переходом (в.к.п.). предоставлен на рис. 2 (а,б).



а.



б.

Рис. 2. СВЧ плазмотрон волноводного типа на основе волноводно – коаксиальным переходом (в.к.п.).

СВЧ плазмотрон работает следующим образом. Через запредельный трубопровод волновод – 6, полый внутренний проводник – 5 коаксиальной линии – 3 и газопроницаемый инициатор разряда в разрядную камеру подается плазмообразующий газ (метан) с расходом до 20 литров в минуту, а по волноводу – 1 и коаксиальной линии – 3 подается СВЧ энергия от генератора СВЧ. Коаксиальная линия – 3 с укороченным внутренним проводником – 4 переходит в своем продолжении в круглый волновод, являющийся внешним проводником – 5 коаксиальной линии. За счет создания критического режима электромагнитной волны в круглом волноводе при рабочей длине волны генератора $\lambda_0 = 12,24$ см в зоне торца внутреннего проводника – 4 коаксиальной линии – 3 увеличивается напряженность электрической составляющей поля и зажигается СВЧ разряд атмосферного давления. В плазме СВЧ разряда производится конверсия газа (метана) на углерод и водород. (При $P_{\text{ген}} =$ до $1 \text{ м}^3/\text{час}$ метана, степень конверсии 80% получаем 400гр углерода(C) и $1,6 \text{ м}^3$ водорода(H_2)).

Заключение

1 Представлен СВЧ плазмотрон, работающий при атмосферном давлении. Мощность используемого магнетрона 1,5 кВт, а его рабочая частота 2450 МГц.

2. Для инициации и поддержания СВЧ разряда используются вольфрамовые спиральки

3. Исследованы электродинамические характеристики волноводно-коаксиального перехода: Коэффициент стоячей волны по напряжению равен 2,8; а уровня отраженной мощности 22,46%, эти значения приемлемы для данного типа плазмотрона.

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. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ. – М.: Высш. Шк., 1988. – 432 с.: ил.
5. Устройство для получения углерода и водорода из углеводородного газа: пат. 2390493 Российская Федерация. № 2008144433/15; опубл. 27.05.2010.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА В ОРГАНИЗАЦИИ

Елисеева Е. Ю.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Как известно, главная цель бизнеса – это получение прибыли. Для увеличения прибыли компании стремятся сократить затраты, используя различные способы ведения бизнеса. Сегодня существует множество методов и подходов к совершенствованию деятельности предприятия. Их стараются сделать более простыми и универсальными, удобными для применения в любой отрасли. В связи с этим возникает ряд проблем при внедрении и использовании этих методов и подходов в организации.

Процессный подход является одним из инструментов совершенствования бизнеса, позволяющий по новому посмотреть на

деятельность организации, равномерно перераспределить ресурсы, а главное, сосредоточиться на стратегических процессах.

В большинстве российских компаний процессный подход не нашел своего эффективного применения. Деятельность организации с внедрением процессного подхода не меняется. Процессы оказываются полностью описанными и не мешают сотрудникам действовать привычным образом, часто вполне эффективным.

Процессный подход – это основа для внедрения системы менеджмента качества. В соответствии с п. 4.1. стандарта ГОСТ ISO 9001-2011 организация должна описать процессы и определить последовательность и их взаимодействие [1]. Однако в стандарте не указывается, как конкретно выполнить эти требования.

Такая свобода толкования приводит к тому, что процессный подход трактуется по-разному на предприятиях в зависимости от понимания его лицами, ответственными за внедрение.

Очень часто в организациях стремятся описать и документировать сразу все процессы, как следствие, возникают сложности с определением уровня детализации.

Широкому распространению процессного подхода в реальной управленческой практике препятствует и такая проблема, как несоответствие организационной структуры карте процессов.

К проблемам в области практического применения процессного подхода можно отнести социально-психологические проблемы. Они включают в себя сопротивление персонала, нежелание брать на себя дополнительные обязанности, а также оптимизация численности персонала и сокращение.

Отсутствие четко сформулированного плана внедрения процессного подхода с указанием работ и сроков может привести к привлечению дополнительных ресурсов, которых в нужный момент может не оказаться.

Таким образом, можно сказать, что основными источниками проблем внедрения и применения процессного подхода являются не методы и инструменты, а люди, использующие их. В.

Ни для кого не секрет, что в 2015 году выходит новая версия стандарта ISO 9001. В новом стандарте отсутствуют требования к процедуре «предупреждающие действия» в связи с введением «рискоориентированного мышления». Рискоориентированное мышление означает учет риска в аспекте влияния на качество при определении уровня требований, необходимых для планирования и управления СМК, а также ее составных процессов [3].

Также согласно новому стандарту усиливаются позиции процессного подхода в модели СМК. А именно, добавились новые требования об установлении требуемых входов и выходов, распределении ответственности и полномочий, и об определении рисков для функционирования процессов [4]. В соответствии с наиболее распространенной структурой процессной модели организации целесообразно предусмотреть управление рисками, как отдельных процессов, так и всех трех основных групп процессов и организации в целом.

Во многих ведущих мировых компаниях используется новый метод описания бизнес-процессов – квалиграммы. Этот метод начал использоваться в России совсем недавно. Методика квалиграмм помогает изложить свои мысли кратко и логично даже не подготовленному для написания инструкций человеку.

Преимущество использования квалиграмм заключается в том, что они помогают «выжимать воду» из текстовых документов и делать их логичными, краткими и простыми для понимания [5]. Квалиграмма — лучший вариант, когда нет времени на долгие объяснения.

Эффективное поддержание процессного управления невозможно без использования современных средств автоматизации.

Несмотря на многогранность имеющихся научных разработок, теоретические и практические вопросы, связанные с моделированием системы взаимосвязанных процессов, разработкой подходов к формированию средств информационной поддержки СМК, созданием методик автоматизированной оценки эффективности преобразования ресурсов и результативности процессов СМК, требуют дальнейшего изучения и развития.

Список информационных источников

1. ГОСТ ISO 9001-2011. Системы менеджмента качества. Требования. – М.: Стандартиформ, 2012. – 36 с.
2. Корнев С. Л. О проблемах перехода от функционального к процессному управлению предприятием // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2013. №4. С. 117 – 123.
3. Аванесов Е. К. ISO 9001:2015 – на 10 лет вперед! // Методы менеджмента качества. 2014. №8. С. 34 – 40.
4. Васильков Ю. В., Гущина Л. С. Система менеджмента рисков как инструмент управления экономикой предприятия // Методы менеджмента качества. 2012. №2. С. 10 – 15.

5. Дранишников С. В., Дроздов А. В. Квалиграммы – новое слово в описании бизнес-процессов // Методы менеджмента качества. 2011. №10. С. 10-14.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАБОТЫ С ПОСТАВЩИКАМИ В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЛАМПОВОГО ЗАВОДА

Жамсуева Г.С.

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

В статье рассмотрен процесс выбора поставщика, методы выбора поставщика, сформирован список критериев, на основании которых производится выбор поставщика для электролампового завода, применен метод квалиметрической оценки с учетом весовых коэффициентов.

Ключевые слова: система менеджмента качества, выбор поставщика, экспертные методы, квалиметрическая оценка, методика выбора поставщика.

В период некоторых изменений во внешнеэкономической политике страны, некоторые предприятия и организации вынуждены поставить вопрос о выборе поставщика или его замене, основание таких изменений может быть абсолютно разным.

Важность процесса выбора поставщика в светотехнической отрасли объясняется не только разнообразием поставщиков и большого количества тех, кто предлагает одинаковые, однородные ресурсы, но и тем, что поставщик должен быть надежным партнером товаропроизводителя в реализации растущего и успешного бизнеса.

Целью работы является усовершенствование методики выбора поставщика на предприятии на основе принципов системы менеджмента качества. Для этого необходимо решить ряд задач: провести анализ существующих методов выбора поставщика; изучить методы выбора поставщика, используемые на предприятии; разработать методику выбора поставщика в системе менеджмента качества.

При решении поставленных задач использовались такие методы исследования как, обзор информационных источников, математические методы обработки информации и квалиметрические методы на основе экспертных оценок.

Объектом изучения является система менеджмента качества предприятия. Предмет изучения - методика выбора поставщика в системе менеджмента качества.

Одной из важнейших стадий жизненного цикла продукта предприятия является материально-техническое снабжение [1], которое в системе менеджмента качества представлено процессом «закупки». Процесс организации закупки оказывает прямое влияние на качественные характеристики приобретаемого в итоге продукта и его стоимость. От этих показателей зависит конкурентоспособность предприятия и его продукции. От качества выбора поставщиков базовой продукции зависит бюджет предприятия, качество и цена конечного продукта.[2] Чтобы обеспечить требуемое качество продукции, предприятие должно управлять процессом выбора поставщиков, для закупки качественного сырья и продукции, руководствуясь требованиями системы менеджмента качества.

В разделе 7.4.1 стандарта ГОСТ ISO 9001-2011 «Системы менеджмента качества. Требования» дается следующее определение процесса закупок: организация должна обеспечивать соответствие закупленной продукции установленным требованиям к закупкам. Тип и степень управления, применяемые по отношению к поставщику и закупленной продукции, должны зависеть от ее воздействия на последующие стадии жизненного цикла продукции или готовую продукцию.

Организация должна оценивать и выбирать поставщиков на основе их способности поставлять продукцию в соответствии с требованиями организации. Должны быть разработаны критерии отбора, оценки и повторной оценки. Записи результатов оценивания и любых необходимых действий, вытекающих из оценки, должны поддерживаться в рабочем состоянии.

Из данного определения видно, что стандарт не дает конкретных определений для выбора метода и критериев отбора поставщика. Организация сама должна предложить метод и критерии выбора.

Существует несколько распространенных методов выбора поставщика:

- затратно-коэффициентный;
- доминирующих характеристик;
- категорий предпочтения;
- рейтинговая оценка факторов и др.

Сравнительная характеристика каждого метода показана в таблице 1.

Таблица 1. Сравнительная характеристика методов выбора поставщиков

Наименование метода	Содержание	Преимущества (недостатки)
Метод рейтинговых оценок	Считается наиболее распространенным методом выбора поставщика. Определяются основные критерии выбора поставщика, далее работниками службы закупок торговых организаций или привлеченными экспертами устанавливается их значимость экспертным путем. Высчитывается значение рейтинга по каждому критерию путем произведения удельного веса критерия на его экспертную балльную оценку (например, по 10-балльной системе) для данного поставщика. Далее суммируются полученные значения рейтинга по всем критериям, и получается итоговый рейтинг для конкретного поставщика. Сравнивая полученные значения рейтинга для разных поставщиков, определяют наилучшего партнера. Если рейтинговая оценка дает одинаковые результаты для двух и более поставщиков по основным критериям, то процедуру повторяют с использованием дополнительных критериев	Преимуществом метода является широта учета различных мнений экспертов, охват одновременно значительного количества критериев. Нужно учитывать, что при обращении к потенциальным поставщикам трудно, а иногда практически невозможно, получить объективные данные, необходимые для работы экспертов
Метод	Состоит в сосредоточении	Преимущество этого

доминирующих характеристик	на одном выбранном критерии. Этот критерий может быть: наиболее низкой ценой, наилучшим качеством, графиком поставок, внушающим наибольшее доверие, и т.п.	метода – в простоте реализации, а недостаток – в игнорировании остальных факторов – критериев отбора
Метод категорий предпочтения	Предполагает, что рейтинг поставщика, в том числе и выбор способа его оценки, зависит от информации, стекающейся из многих подразделений организации. Инженерные службы дают свою оценку способности поставщика производить высокотехнологическую продукцию и могут компетентно судить о ее качестве. Диспетчерская докладывает о сроках доставки закупаемых товаров	Преимущество – наличие обширной и разнообразной информации из множества источников, которая позволяет рассматривать каждый фактор наравне с остальными. Однако данный метод не учитывает значимости наиболее ключевых критериев для торговой организации
Затратно-коэффициентный метод	Этот метод иногда называют «методом миссий». Он заключается в том, что весь исследуемый процесс закупки делится на несколько возможных вариантов (миссий), и для каждого тщательно рассчитываются все расходы и доходы. В результате получают данные для сравнения и выбора вариантов решений (миссий). Для каждого поставщика рассчитываются все возможные издержки и доходы (при этом учитываются логистические	Метод интересен с точки зрения стоимостной оценки и позволяет определять «стоимость» выбора поставщика. Недостаток метода состоит в том, что он требует большого объема информации и анализа большого объема информации по каждому поставщику.

	риски). Затем из набора вариантов (миссий) выбирается наиболее выгодный (по критерию общей прибыли). По существу это – разновидность метода ранжирования критериев по стоимости	

Из таблицы мы видим, что каждый метод уникален и имеет свои достоинства и недостатки.

Система критериев выбора поставщика является динамичной, зависит от сложности заказа и конкретных требований конечного потребителя. Определение системы критериев для отбора поставщиков зависит от производственной и маркетинговой стратегии закупок конкретного предприятия.

Как отмечают специалисты, при выборе поставщика может применяться до 70 критериев поставщика. По мнению ряда специалистов, все критерии, которые применяются при оценке поставщиков, классифицируются на три группы: технические, организационно-экономические, психологические.

В таком случае необходимо выбрать из этого числа наиболее важные показатели актуальные для предприятия. Это может быть сделано с применением метода экспертных оценок.

Далее необходимо провести ранжирование и, опираясь на выбор экспертной комиссии, определить наиболее важные критерии при выборе поставщика.

По результатам ранжирования, на основании оценок экспертов были определены основные критерии, на которых была разработана система выбора поставщиков для данного предприятия:

- качество продукции (соответствие товара всем требованиям)
- стабильность цен (хотя бы на три месяца), предупреждение об изменении цен хотя бы за 10 дней
- надежность поставок, в том числе соблюдение графика поставок
- условия платежа, возможность отсрочки платежа
- возможность внеплановых поставок, наличие на складе достаточного количества товара, готовность к поставке
- цена
- возможность легко связаться, найти нужного менеджера, обратная связь
- возможность возврата бракованного товара
- личные взаимоотношения

- скидки и бонусы

Так как невозможно получить прямую количественную оценку поставщиков, для разработки методики ее проведения использованы принципы квалиметрии, науки, которая изучает способы количественной оценки качества товаров, работ или услуг [3.4]. Для реализации квалиметрической оценки поставщиков предлагается использование MS Excel.

Выделение наиболее значимых и существенных критериев, а также их классификация, позволяет выполнять работу по оценке поставщика эффективно. Данные критерии являются основой методов, позволяющих осуществить выбор поставщика. В отличие от существующих способов, которыми руководствуются организации при выборе поставщиков, предложенный метод позволяет комплексно подойти к выбору поставщика. Достаточно важным является простота и доступность использования метода организациями различных отраслей и форм собственности.

Список информационных источников

1. Алябьева, М. В. Особенности процессного подхода к управлению и состав бизнес-процессов торговых организаций / М. В. Алябьева, И. Н. Доренская // Вестник Белгородского университета потребительской кооперации. – 2012. – № 4. – С. 84–88.
2. Матвеева И.В. Поставщик и потребитель: сборник статей. М.: РИА «Стандарты и качество», 2010. 128 с.
3. Федюкин В.К. Основы квалиметрии. Управление качеством продукции: учеб. пособие. М.: Филинь, 2014. 296 с.
4. Казимова Л. П. Интегрированный логистический подход к формированию каналов распределения // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Экономика. – 2011. – № 1. – С. 86–89.

МОДЕЛИ РАЗРУШЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ

Жанчипов Б. Д.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Аппаратура неразрушающего контроля дефектности и напряженно-деформированного состояния объектов контроля, находящихся под нагрузкой необходима для получения первичных данных, которые нужны для решения конечной задачи: разработки критериев оценки прочности либо остаточного ресурса работы. Для разработки таких критериев необходимо иметь представления о моделях разрушения материалов и того, как влияет на разрушение динамика накопления дефектов во времени и пространстве объекта исследования в условиях напряженно-деформированного состояния.

Разработан ряд моделей разрушения материалов. Разрушения материала обусловлено развитием в нем трещин, которые появляются в областях, в которых локальные напряжения превышают предел прочности материала.

В настоящее время процесс разрушения рассматривается как сложный и многостадийный. Эти стадии: зарождение начальных микротрещин, переход к формированию очага разрушения и последующим микроразрывом.

Так как механическая нагрузка, приложенная к материалу, распределяется в нем неравномерно, возникают микрообласти, в которых происходит ускоренное развитие процесса разрушения. Зарождение микротрещин происходит в наиболее напряженных микрообластях и затормаживается на границах гетерогенности за счет протекания релаксационных процессов. Образовавшаяся микротрещина может получить развитие только при изменении условий ее стабильности.

Если стабилизация начальных микротрещин будет неполной, то некоторые из них будут подрастать, что в итоге может привести к формированию магистральной трещины. Если же стабилизация начальных трещин будет полной, то основным последующим этапом в разрушении будет процесс их накопления.

К настоящему времени многими исследователями используются два подхода, реализованные в двух - и трехстадийной моделях разрушения. Первая из них — кинетическая концепция прочности твердых тел.

Согласно указанной модели разрушение твердого тела при его механическом нагружении происходит не только при достижении предела прочности, но и при меньших нагрузках при более длительных воздействиях на образец, в течение которых развивается термоактивационный процесс накопления повреждений (трещин). Нарушение сплошности наступает при достижении предельных концентраций трещин в образце. Поэтому термофлуктуационную теорию разрушения можно рассматривать как кинетический процесс накопления трещин в определенном объеме за определенный промежуток времени. На основании этой теории при постоянном контроле процесса нагружения существует возможность определять, на какой стадии развития находится данный процесс, как далек он от критического состояния, которое может привести к развитию магистральной трещины.

В ранних работах показано, что в исследуемом объекте, существенную роль играет концентрационный критерий разрушения. Первая стадия, считают авторы, является стадией некоррелированного накопления трещин, вторая — стадией образования очага разрушения. В связи с этими представлениями при изучении процесса разрушения в качестве исходной модели разрушения горных пород необходимо выбрать такую, которая в явном виде могла бы содержать какие-либо параметры трещин. Среди известных моделей параметры трещин содержит модель, которая может быть описана с помощью концентрационного критерия разрушения твердых тел.

При достижении концентрационного критерия плавный процесс накопления трещин сменяется ускоренным лавинообразным процессом их слияния и укрупнения, что приводит к макроскопическому разрушению твердого тела.

Была также разработана модель лавинно-неустойчивого трещинообразования. В основе этой модели лежат физические аспекты возникновения и роста трещин. Она инвариантна к различным по масштабам разрушаемым объектам. Физические основы, заложенные в модель лавинно-неустойчивого трещинообразования, не противоречат основополагающим закономерностям, вытекающим из кинетической концепции прочности и концентрационного критерия разрушения.

Модель лавинно-неустойчивого трещинообразования часто используется при объяснении процесса разрушения. В этой модели последовательность развития процесса разрушения (макроразрыва) состоит из трех стадий. Первая из них — наиболее продолжительная; здесь под действием медленно возрастающих механических напряжений происходит постепенное накопление количества трещин в

определенном объеме. После этого, при достижении критического для данного объема количества трещин, процесс разрушения переходит во вторую стадию, где резко возрастает количество трещин за счет перехода на следующий иерархический уровень, а затем и на третью стадию, характеризующуюся неустойчивыми деформациями, которые локализуются в узкой области.

В рассмотренных моделях механики разрушения твердых тел необходимо знать, как особенности протекания процесса подготовки к разрушению связаны со структурными изменениями в объеме материала, как во времени, так и в пространстве.

Список информационных источников

1. Суржиков А.П., Суржиков В.П., Хорсов Н.Н., Хорсов П.П. Мультисенсорная аппаратура контроля дефектности и напряженно-деформированного состояния гетерогенных диэлектрических структур // монография Томского Политехнического университета, 2014. С. 5 – 14.

2. Курсенко В.С. Модель перехода от микро - к макроразрушению твердых тел // Физика прочности и пластичности. – Л.: Наука, 1986. – С. 36 – 41.

3. Журков С.П., Куксенко В.С., Петров В.А. Физические основы прогнозирования механического разрушения // Докл. АН СССР. – 1981. – Т. 259, №6 – С 1350 – 1353.

ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ СТОРОНЫ В ПОЛУЧЕНИИ КАЧЕСТВЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Жаябаева Г.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Основной тенденцией развития высшего образования является повышение качества подготовки специалистов, обеспечение новых направлений подготовки, инновационного развития, интеграция с интенсивной научно-исследовательской деятельностью, тесная связь вузовских исследований с потребностями общества на основе совершенствования образовательных и информационных технологий.

При рассмотрении вопроса об оценке качества образования нужно рассмотреть термин «заинтересованные стороны». Заинтересованные стороны

(Stakeholders) определены и в «Кратком терминологическом словаре ...» [1] – лицо или группа лиц, заинтересованные в деятельности или успехе образовательного учреждения. Также определено термин «потребитель» (Customer) – организация или лицо, получающее продукцию или услуги организации поставщика. В свою очередь потребители подразделяются на «внешние потребители» (External Customer) – потребители образовательного учреждения, в число которых входят организации – работодатели, государство в лице Минобрнауки, общество в целом и другие заинтересованные стороны; а также «внутренние потребители» - студенты и их родители, персонал образовательного учреждения.

Каждая заинтересованная сторона предлагает свои требования к образовательному процессу (табл. 1).

Таблица 1

Потребитель	Требования
государство (в лице Минобрнауки)	сформулированы в стандартах ВПО
работодатели	приглашение на прохождение практик, показатель трудоустройства выпускников по специальности, с предоставлением справки о месте работы.
ВУЗ	Формирует требования в основных образовательных программах, учебных планах по направлению, рабочих программах по дисциплине

Студенты, как заинтересованная сторона, выражают свои требования в степени удовлетворенности образовательным процессом.

В ходе написания магистерской диссертации была составлена анкета удовлетворенности студентов качеством образования. Анкета была составлена с целью выявления удовлетворенности студентов качеством образования в целом. В состав анкеты входили вопросы, ориентированные в основном на удовлетворенность качеством обучения, оснащенностью учебно-методическими комплексами, взаимоотношениями в вузе и кампусом университета.

Анкета проведена среди студентов старших курсов Павлодарского государственного университета, факультета физики, математики и информационных технологий кафедры «Физики и приборостроения» и Национального исследовательского Томского политехнического университета, института неразрушающего контроля, кафедры физических методов приборов и контроля качества.

В опросе приняло участие 23 человека, учащиеся специальности «Физика» (27%) и «Приборостроение» (73%) ПГУ и 25 человек, учащиеся специальности «Приборостроение» ТПУ.

Анализируя, результаты анкетирования были составлены диаграммы удовлетворенности студентов качеством образования, представленная на рисунке 1, а также выявлены ряд проблем, которые волнуют студентов данных вузов (рис. 2).

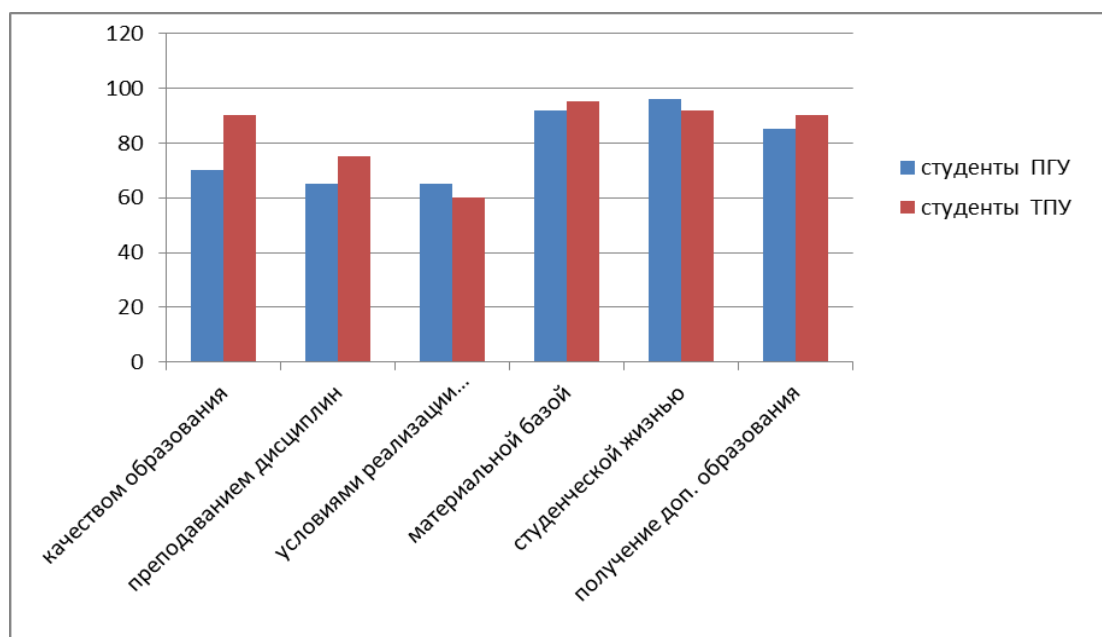


Рис. 1. Диаграмма удовлетворенности студентов качеством образования

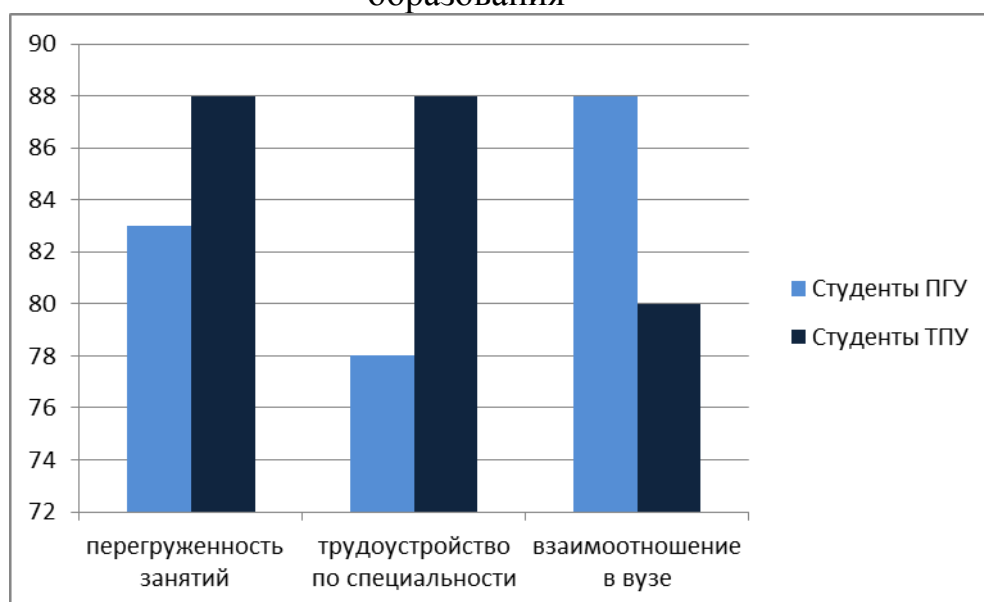


Рис. 2. Проблемы, выявленные при анкетировании студентов

Исходя, из полученных результатов следует вывод, что необходимо сделать акцент на трудоустройстве выпускников по специальности, уделить большое внимание взаимоотношениям студентов с преподавателями, администрацией вуза и пересмотреть загруженность аудиторных занятий.

Список информационных источников

1.Краткий терминологический словарь в области управления качеством высшего и среднего профессионального образования, Санкт-Петербург, 2006 г.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕСТ–ПАНЕЛЕЙ ДЛЯ КАПИЛЛЯРНОГО КОНТРОЛЯ ИЗ НЕМЕТАЛЛА

Зайцева А.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Капиллярный метод контроля является универсальным методом неразрушающего контроля. Он широко применяется в приборостроении, машиностроении, авиастроении в других отраслях народного хозяйства.

Основным преимуществом данного вида контроля является его возможность диагностировать объекты любых форм и размеров, изготовленные из черных и цветных металлов, стекла, пластмасс, керамики, а также других твердых ферромагнитных и неферромагнитных материалов. Капиллярный метод позволяет не только обнаружить поверхностные дефекты, но и определить их ориентацию по ярко окрашенным индикаторным следам, образующимся на проявляющем покрытии (проявителе) в местах расположения несплошностей. При этом индикаторные следы в 10–20 раз превышают фактические размеры дефектов и становятся видимыми.

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

Капиллярный контроль основан на проникновении внутрь поверхностного дефекта индикаторной жидкости (пенетрант). Излишки

жидкости удаляют с помощью салфетки или промыванием водой, а оставшуюся в полости дефекта извлекают с помощью проявителя.

Для определения чувствительности и качества дефектоскопических материалов применяют контрольные образцы (КО) [1], сопровождающиеся паспортом с указанием основных параметров дефекта: ширина раскрытия, длина и глубина.

Наиболее широко применяют КО в виде пластин с хрупким металлическим, гальваническим, химическим покрытием или с поверхностью, упрочненной химико-термической обработкой – азотированием. Трещины получают при деформации образцов изгибом, растяжением либо вдавливанием пуансона с цилиндрической или сферической формой контактной поверхности [2].

К недостаткам таких образцов относится возникновение трещин в непредсказуемых местах и с неопределенной плотностью распределения на единицу поверхности КО, а также их неопределенное число и расстояние между ними.

В настоящее время появились неметаллические КО с заданными параметрами дефектов [3]. Они просты и дешевы в изготовлении, коррозия материала при их очистке отсутствует, остатки дефектоскопических материалов, оставшиеся в полости дефекта, легко заметны, а сами дефекты получаются с заданными параметрами. Все это позволяет более качественно проводить очистку образцов, что продлевает срок их эксплуатации.

За рубежом разработаны так называемые тест–объекты капиллярного контроля, предназначенные для сравнения чувствительности наборов дефектоскопических материалов [4]. Изготавливают их из металла. Определенным технологическим способом на металлическом основании получают ряд трещин. Разделяя пластину на две равные части или делая канавку посередине основной пластины, получают две практически одинаковые части. Обработывая эти две части разными наборами дефектоскопических материалов, получают возможность сравнивать наборы между собой. Если один набор принять за эталонный, то по интенсивности окраски индикаторных следов можно судить о качестве исследуемого набора.

Однако следует отметить такой недостаток подобных тест–панелей, как некоторая непредсказуемость получаемых размеров раскрытий и количества трещин.

В данной работе рассмотрен вариант изготовления тест–панели для капиллярного контроля из неметалла, основанный на способе получения искусственных дефектов (типа трещин) из неметалла – эпоксидного клея.

Суть изготовления заключается в следующем: вначале приготавливается одноразовая форма по размерам тест-панели, затем определенным образом [5] в форме на донной поверхности размещаются заранее подготовленные металлические пластинки (алюминиевая фольга, поталь, напыленное серебро на диэлектрик и т.д.) Толщина металла впоследствии будет определять ширину раскрытия будущих трещин.

Использование донной поверхности, а не лицевой, позволяет в итоге получить более качественную рабочую поверхность, так как большее количество пузырьков, образующихся при приготовлении эпоксидного клея, остается на лицевой поверхности контрольного образца.

Затем в форму заливается эпоксидный клей. Залитая форма остается до полного затвердевания эпоксидного клея. Для уменьшения количества пузырьков, возникающих во время перемешивания смолы с отвердителем, используется ультразвуковая ванна.

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

Если трещины выходят на боковые грани образца, то контролируется и измеряется их глубина.

По описанной выше технологии были изготовлены тест-панели из неметалла. Тест-панель №1 имеет трещины шириной раскрытия в среднем 21,3 мкм, что соответствует III классу чувствительности. Тест-панель №2 имеет трещины шириной раскрытия в среднем 11 мкм, 1 мкм и 2 мкм, что соответствует III, I, II классу чувствительности соответственно.

Для сравнительного эксперимента были взяты дефектоскопические материалы таких фирм, как Bycotest и Sherwin (рис. 1).

Из рисунка 1 видно, что индикаторные следы, после обработки тест-панелей дефектоскопическими материалами фирмы Bycotest более яркие, чем фирмы Sherwin. Также видно, что при обработке тест-панели №2 материалы фирмы Sherwin не выявили трещину шириной раскрытия до 1 мкм (I класс чувствительности). Следовательно, после проведения данного сравнения можно утверждать, что дефектоскопический набор фирмы Bycotest имеет более высокую способность к обнаружению дефектов.



Рис. 1. Тест-панель №1, обработанная дефектоскопическими материалами: А– Vycotest; В– Sherwin

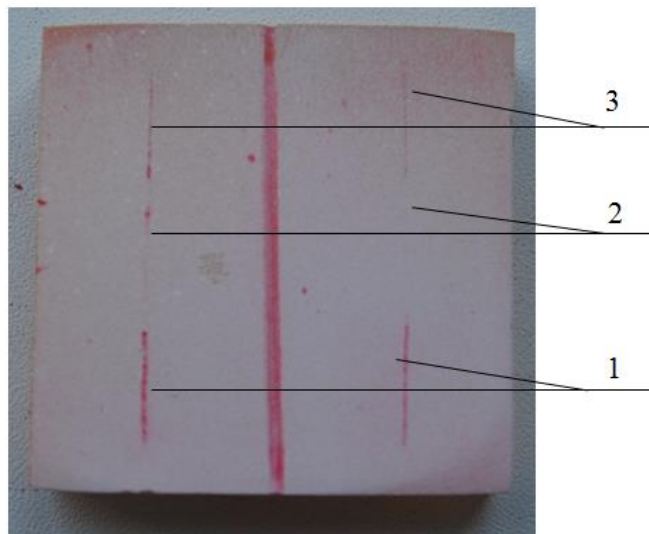


Рис. 2. Тест-панель №2: 1–трещины по III классу чувствительности, 2–трещины по I классу чувствительности, 3–трещины по II классу чувствительности; обработанная дефектоскопическими материалами: А– Vycotest; В– Sherwin

Тест-панели из неметалла имеют ряд преимуществ по сравнению с металлическими тест-объектами. В первую очередь, это простота и экономичность в изготовлении. Другим важным преимуществом является то, что данная тест-панель может выполнять также роль универсального контрольного образца, так как дефекты выполнены с нормированными параметрами (по разным классам чувствительности). Также следует отметить еще одно преимущество: у них значительно больший ресурс (многократность использования) по сравнению с подобными зарубежными образцами из металлов из-за возможности более качественной очистки образцов из неметаллов, ввиду их прозрачности и отсутствия окисных образований.

Список информационных источников

1. Глазков Ю.А. Капиллярный контроль: учебное пособие/под общ. ред. В.В.Клюева: Издательский дом «Спектр», 2011.-144с.: ил.-(Диагностика безопасности).

2. Калиниченко Н.П., Лобанова И.С., Калиниченко А.Н. Образцы для испытаний средств капиллярного неразрушающего контроля: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014 г. – с.106

3.Патент 2426110 C1 RU. Калиниченко Н.П., Калиниченко А.Н., Конарева И.С. Способ изготовления контрольных образцов для капиллярной дефектоскопии. Заявлено 20.04.2010; опубликовано 10.08.2011 Бюл.№22.

4.Филинов М.В. Обзор зарубежных тест-объектов капиллярного контроля на российском рынке. Контроль. Диагностика. 2008. № 10. с. 32-36.

5.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.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГАЛОГЕНИДОВ НАТРИЯ (*NaBr*, *NaCl*, *NaF*, *NaI*) В ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУР 293-673 К

Соболева Э.Г., Игишева А.Л.

Юргинский технологический институт (филиал)

Томского политехнического университета

*Научный руководитель: Соболева Э.Г., к.ф.-м.н., доцент кафедры
естественнонаучного образования*

Среди большого класса кристаллических диэлектриков особый интерес представляет изучение ионных кристаллических диэлектриков и, в частности, монокристаллов галогенидов щелочных металлов. Это, прежде всего, объясняется тем, что они служат идеальным объектом для построения и проверки различных моделей кристаллических решеток, теорий дислокационной неупругости, являются модельными объектами в радиационном материаловедении и геофизике.

Цель работы: исследование термодинамических свойств галогенидов натрия (*NaBr*, *NaCl*, *NaF*, *NaI*) в температурном интервале 293–673 К методом монотонного охлаждения.

Задачи исследования: 1) изучить устройство прибора БИТ-400; 2) измерить теплоемкость галогенидов натрия в интервале 293-673 К; 3) определить для объектов исследования изменения энтропии и энтальпии.

Применение теплоемкости для термодинамических расчетов тепловых эффектов химических реакций, тепловых балансов химико-технологических процессов, энтропии, химического равновесия, исследования строения вещества, механизма взаимодействия веществ и

т. д. не исчерпывает ее значения. В настоящее время известны точные методы определения теплоемкости в широком интервале температур. Разрабатываются основы теории теплоемкости для простых твердых веществ и газов. Однако законченной теории теплоемкости для сложных твердых и жидких соединений еще нет. Системный анализ накопленных современных знаний показывает, что теплоемкость сложных твердых соединений является функцией не только температуры, энтропии, давления, объема, но, прежде всего: 1) молекулярной массы; 2) типа, строения химической связи, ее основных характеристик, глубины химического взаимодействия между атомами, деформирующими данную химическую связь; 3) плотности соединения; 4) суммы порядковых номеров атомов молекулы; 5) типа кристаллической решетки соединения; 6) других свойств.

В настоящей работе измерение теплоемкости NaBr, NaCl, NaF, NaI, физические свойства которых представлены в работе [1], проводили с помощью быстродействующего измерителя теплоемкости БИТ-400. Принцип работы прибора основан на тепловой стимуляции образца с последующим монотонным охлаждением образца и регистрацией процесса охлаждения адиабатической камеры с образцом. Программа «БИТ-400» осуществляет управление теплоизмерительной ячейкой и производит обработку поступившей информации. Прибор позволяет измерять теплоемкость в температурном интервале 293-673 К с шагом 10 К с погрешностью не более 5 %.

В таблице 1 температурная зависимость теплоемкости представлена в виде эмпирического уравнения $C_p = a + bT + cT^{-2}$, на основании которого рассчитаны по известным формулам [2, 3] изменения энтальпии $H_T^0 - H_{293}^0$ и энтропии $S_T^0 - S_{293}^0$.

Коэффициенты a, b, c полинома C_p для ряда веществ [4] Таблица 1

Вещество	$C_p = a + bT + cT^{-2}$, Дж/моль·К		
	a	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^{-5}$
NaBr	49,66	8,79	—
NaCl	45,94	16,32	—
NaF	43,51	16,23	-1,38
NaI	52,30	6,78	—

Полученные результаты теплоемкости и термодинамических функций галогенидов натрия приведены в таблицах 2-5. Из представленных результатов видно, что с увеличением температуры

монотонно возрастают молярная теплоемкость и термодинамические функции в исследуем интервале температур.

Молярная теплоемкость, термодинамические функции NaBr

Таблица 2

T, K	C_p , Дж/(моль·К)	$S_T^0 - S_{293}^0$, Дж/(моль·К)	$H_T^0 - H_{293}^0$, кДж/(моль·К)
293	52,24	—	—
333	52,59	6,71	2,10
373	52,94	12,70	4,21
413	53,29	18,11	6,33
453	53,64	23,07	8,47
493	53,99	27,64	10,62
533	54,35	31,89	12,79
573	54,70	35,86	14,97
613	55,05	39,60	17,17
653	55,40	43,13	19,37
673	55,58	44,83	20,48

Молярная теплоемкость, термодинамические функции NaCl

Таблица 3

T, K	C_p , Дж/(моль·К)	$S_T^0 - S_{293}^0$, Дж/(моль·К)	$H_T^0 - H_{293}^0$, кДж/(моль·К)
293	50,72	—	—
333	51,37	6,53	2,04
373	52,03	12,40	4,11
413	52,68	17,75	6,20
453	53,33	22,67	8,32
493	53,99	27,24	10,47
533	54,64	31,52	12,64
573	55,29	35,55	14,84
613	55,94	39,37	17,07
653	56,60	43,00	19,32
673	56,92	44,76	20,45

Молярная теплоемкость, термодинамические функции NaF

Таблица 4

T, K	C_p , Дж/(моль·К)	$S_T^0 - S_{293}^0$, Дж/(моль·К)	$H_T^0 - H_{293}^0$, кДж/(моль·К)
293	46,66	—	—
333	47,67	6,40	2,00
373	48,57	12,11	4,01
413	49,40	17,29	6,05

453	50,19	22,05	8,10
493	50,94	26,45	10,17
533	51,68	30,58	12,26
573	52,39	34,45	14,38
613	53,09	38,11	16,52
653	53,79	41,60	18,69
673	54,13	43,28	19,78

Молярная теплоемкость, термодинамические функции NaI

Таблица 5

T, К	C_p , Дж/(моль·К)	$S_T^0 - S_{293}^0$, Дж/(моль·К)	$H_T^0 - H_{293}^0$, кДж/(моль·К)
293	54,29	–	–
333	54,56	6,96	2,18
373	54,83	13,17	4,37
413	55,10	18,77	6,56
453	55,37	23,89	8,77
493	55,64	28,60	10,99
533	55,91	32,97	13,22
573	56,18	37,05	15,47
613	56,46	40,87	17,72
653	56,73	44,49	19,98
673	56,86	46,21	21,12

Таким образом, с помощью быстродействующего измерителя теплоемкости БИТ-400 измерена теплоемкость галогенидов натрия в интервале температур 293-673 К, по экспериментальным данным которой термодинамические свойства объектов исследования.

Список информационных источников

1. Беломестных В. Н., Соболева Э. Г. Коэффициенты Пуассона щелочно-галогенидных кристаллов. Ч.II. Галогениды натрия // Известия Томского политехнического университета. - 2013 - Т. 323 - №. 2. - С. 140-142.
2. Семиохин И.А. Физическая химия: Учебник. Изд-во МГУ, 2001. 272 с.
3. Игишева А.Л. Теплоемкость кристалла NaCl в области температура 293-673 К // Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов VI Всероссийской научно-

практической конференции для студентов и учащейся молодежи, Юрга, 9-11 Апреля 2015. - Томск: Изд-во ТПУ, 2015 - С. 563-565.

4. Краткий справочник физико-химических величин / Под ред. К.П. Мищенко и А.А. Равделя. – Л.: Химия, 1974 г. – 200 с.

РАЗРАБОТКА ЛАНДШАФТА ПРОЦЕССОВ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Иванова А.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

В условиях рыночной экономики перед руководителями стоит задача поддержания и развития эффективного функционирования деятельности предприятия, путем анализа внешней и внутренней среды организации, определения приоритетных путей развития, разработки стратегии по их достижению и управлению [1].

С течением времени подходы к управлению деятельностью организации претерпели значительные изменения. В настоящее время известно более 14 научных подходов, обеспечивающих эффективность и качество управленческого труда.

Одним из данных подходов является процессный подход к управлению, лежащий в основе современных концепций улучшения деятельности, в том числе системы менеджмента качества по стандартам ISO серии 9000.

Процессный подход предполагает регламентацию и стандартизацию действий персонала для достижения стабильного качества выполнения работ и готовой продукции. Внедрение и использование регламентов процессов способствует формированию культуры управления на основе качества, т.е. на основе выявления и обеспечения требований потребителей и заинтересованных сторон.

По всей России, в том числе и в Томской области предприятия активно стремятся прийти к процессному управлению. Несмотря на многочисленные неудачные и поверхностные попытки внедрения процессного управления, следует отметить тенденцию роста интереса к этой проблеме, а с ней и первые успешные шаги предприятий Томска.

ИП Спиркин С.В. (ТМ фабрика мебельных фасадов «Ирбис») является в настоящее время одним из главных производителей мебельных фасадов в Томской области, Новосибирской области и близлежащих городов Сибири. Чтобы успешно конкурировать с

отечественными производителями, предприятие вынуждено постоянно совершенствовать свою деятельность.

Для комплексного повышения эффективности работы руководством ИП Спиркин С.В. было решено начать процедуру перехода от функционально-ориентированного подхода к процессному подходу к управлению организацией. Для этого решено использовать методику внедрения процессного подхода на предприятии, представленную в международном стандарте ГОСТ ISO 9001-2011.

Анализ работ отечественных и зарубежных ученых в сфере процессного управления, таких как Репин В., Беккер Й., Андерсен Б., дает возможность представить результаты сравнения по ключевым отобранным критериям функционального и процессного подхода в виде таблицы 1 [2]:

Сравнение функционального и процессного подхода.

Таблица 1

Критерий	Функциональный подход	Процессный подход
1	2	3
Приоритетная цель:	Получение прибыли	Качество продукции, постоянное усовершенствование
Организационная структура:	Линейная, функциональная, линейно-функциональная (штабная)	Адаптивные организационные структуры, ориентированные на нововведения
Количество уровней управления	4-12	3-4
Роль иерархии относительно бизнес-процессов на предприятии:	Замедляет и усложняет бизнес-процесс, тормозит его совершенствования	Организует и поддерживает структуру бизнес-процессов, создает среду для совершенствования
Компетенции персонала:	Низкий уровень профессионализма, узкая специализация	Высокий уровень компетенции, широкая специализация
Реакция на изменения:	Реактивная	Интерактивная
Адаптивность:	Низкая	Высокая
Фактор экономического превосходства:	Капитал	Информация (процессы, как стратегический актив компании), персонал
Базовая концепция менеджмента:	Механистическая бюрократия	Система менеджмент качества

Внедрение процессного подхода на фабрике по производству мебельных фасадов включает в себя следующие этапы, согласно ГОСТ ISO 9001 [3]:

1. Определение процессов, необходимые для системы менеджмента качества, и их применение во всей организации.
2. Определение последовательности и взаимодействие этих процессов.
3. Определение критериев и методов, необходимых для обеспечения результативности, как при осуществлении этих процессов, так и при управлении ими.
4. Обеспечение наличие ресурсов и информации, необходимых для поддержания этих процессов и их мониторинга.
5. Осуществление мониторинга, измерения, там, где это возможно, и анализ этих процессов.

На первом этапе внедрения процессного подхода была проанализирована деятельность индивидуального предпринимателя. В результате анализа были выделены отделы предприятия и разработана модель организационной структуры (рис. 1).

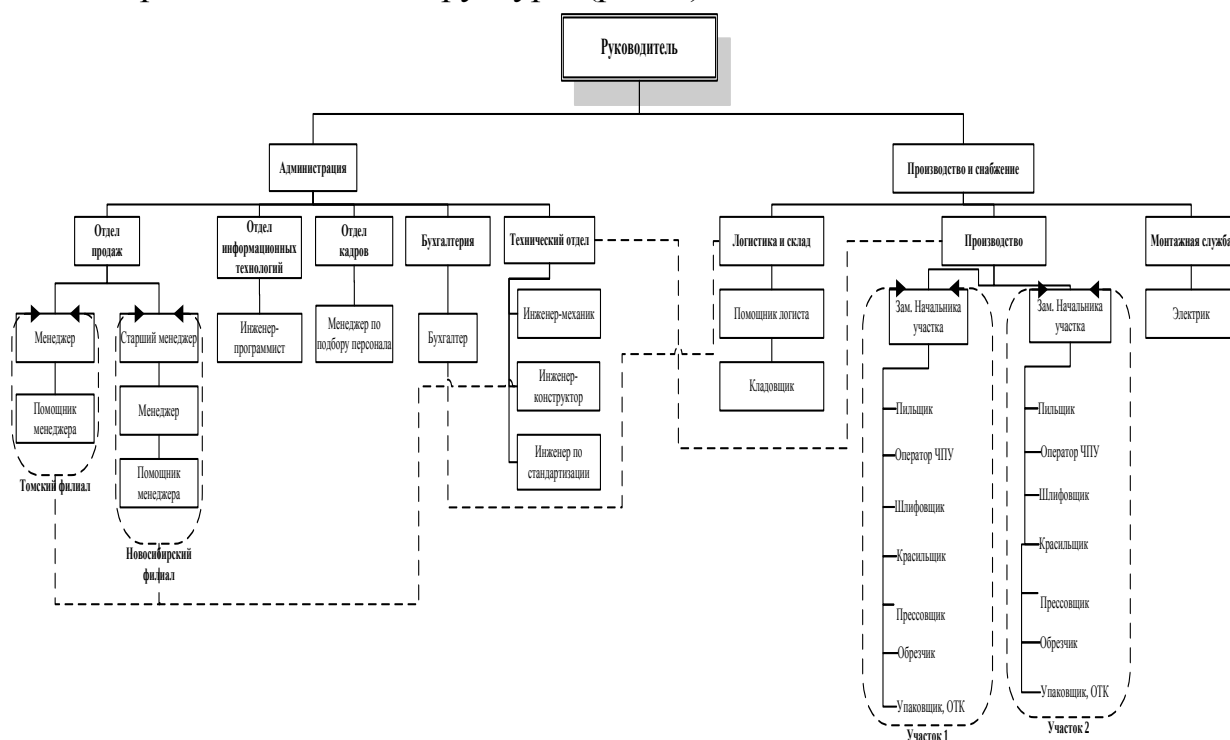


Рис. 1. Организационная структура ИП Спиркина С.В.

На втором этапе выделены основные, обеспечивающие и управленческие процессы предприятия (рис. 2). Исходя из целей организации и принципов фабрики, была прописана Политика в области качества.

Для моделирования процессов деятельности фабрики мебельных фасадов были выбраны нотации EPC (ARIS) и MS Visio [4]. Это связано

в первую очередь с тем, что фабрика по структуре и численности персонала не большая и поэтому не нуждается в приобретении и установке сложного программного обеспечения. Также использование данных методов дает возможность декомпозировать процессы на всех уровнях, используя при этом логические связи и представляя процессы в простом, удобном и наглядном виде.



Рис. 2. Классификация бизнес-процессов ИП Спиркин С.В.

Список информационных источников

1. Смирнов Э.А. Основы теории организации: Учебное пособие для вузов. – М: Аудит, ЮНИТИ. – 1998. – с. 76.
2. Репин В.В. Бизнес-процессы. Регламентация и управление. – Инфа-М., 2005. – 319 с.
3. ГОСТ ISO 9001-2011. Межгосударственный стандарт. Системы менеджмента качества. Требования. – М.: Стандартиформ. – 2012. – 27 с.
4. Бабкин Э.А., Князькин В.П. Сравнительный анализ языковых средств, применяемых в методологиях бизнес-моделирования [Электронный ресурс]. – режим доступа:

КАРТИРОВАНИЕ ПОТОКА СОЗДАНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ ЦЕННОСТИ КАК ОДИН ИЗ ИНСТРУМЕНТОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Игнатенко К.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Бережливое производство – это современная концепция организации производства, направленная на сокращение различных видов потерь с помощью внедрения новых производственных и управленческих технологий, ускорение выпуска продукции и обеспечивающую долговременную конкурентоспособность организации без существенных капиталовложений. Бережливое производство является логическим развитием многих подходов управления, созданных в японском менеджменте. Поэтому система Lean включает в себя большое число инструментов и методик из этих подходов, а зачастую и сами подходы управления.

Бережливое производство это система, состоящая из философии, управленческих методов и производственных технологий, таких как:

1. Кайдзен (kaizen) - подход к управлению организацией на основе непрерывного улучшения качества

2. Just in Time (точно в срок) это система управления материалами в производстве, при которой компоненты с предыдущего этапа доставляются именно в тот момент, когда они требуются, но не раньше.

3. 5S - методология улучшения, входящая в состав подхода Кайдзен. Позволяет сократить потери, связанные с плохой организацией рабочего места.

4. Канбан - система регулирования потоков материалов и товаров внутри организации и за ее пределами - с поставщиками и заказчиками. Позволяет сократить потери, связанные с запасами и перепроизводством.

5. Картирование потока создания ценности (ValueStreamMapping) - это достаточно простая и наглядная графическая схема, изображающая материальные и информационные потоки, необходимые для предоставления продукта или услуги конечному потребителю.

Рассмотрим картирование подробнее. *Картирование* – это визуализированное описание материального потока создания ценности процесса. Картирование производится в условиях «как есть» и «как будет». При помощи такого инструмента бережливого производства создается карта потока создания ценности, позволяющая четко определить время создания ценности и потери, присутствующие в потоке создания ценности. Карта потока создания ценности дает возможность сразу увидеть узкие места потока и на основе его анализа выявить все непроизводительные затраты и процессы, разработать план улучшений.

Картирование потока создания ценности включает следующие этапы:

1. Документирование карты текущего состояния;
2. Анализ потока производства;
3. Создание карты будущего состояния;
4. Разработка плана по улучшению.

Для освоения на практике бережливого производства был произведен анализ, на базе ЗАО «Физтех-Энерго», которое является инновационным российским производителем светодиодных светильников.

ЗАО «Физтех-Энерго» ведет деятельность по 3-м основным направлениям:

- Разработка светильников под нужды заказчиков.
- Производство и реализация серийных светодиодных осветительных приборов.
- Проектирование и монтаж приборов освещения для архитектурных и промышленных комплексов.

Применение картирование происходило на производственном участке, который состоит из 4 этапов сборки светильника, визуального контроля и упаковки готового светильника. Для того, чтобы построить карту текущего состояния процесса, необходимо, собрать полную информацию по сбору светильника, как это происходит, какие действие следуют друг за другом, сколько времени они занимают, что создает ценность, а что нет. После того, как информация собрана, необходимо проанализировать производственный процесс, а именно разделить его на отдельные операции.

Исходя из разделения по операциям, была составлена сводная таблица данных, для каждого этапа сборки было рассчитано общее время каждой операции, время исполнения в среднем и процент от общего времени, которое тратится на каждый этап. По этим данным строится карта потока текущего состояния. Для этого может

использоваться такие программы как: Microsoft Office Excel, Microsoft Visio или другие. Представление карты потока в том или ином виде зависит от каждого предприятия. Каждый самостоятельно выбирает в каком виде лучше и нагляднее выглядят материальные и информационные потоки. В данном случае использовался инструмент Microsoft Visio (рис.1).

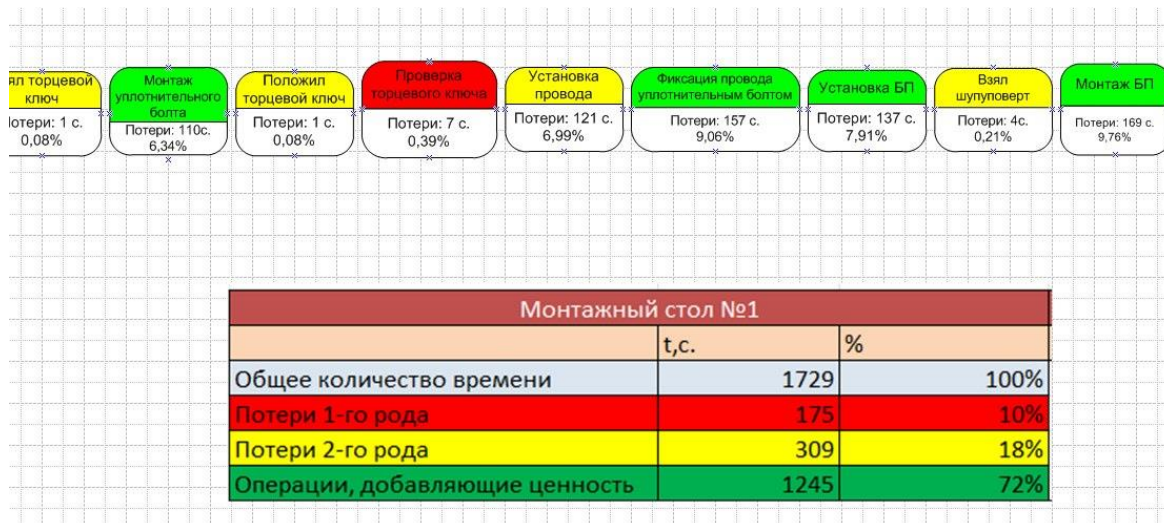


Рис.1 Фагмента карты потока создания потребительской ценности

Во время анализа процесса выяснились основные проблемы:

- Лишние движения (например, складирование распаковочного материала (мусор) на столе или на полу, после того, как это мусор начинает мешать работе, его выкидывают в мусорные мешки);
- Распределение операций по этапам неравномерно, из-за этого монтажники иногда сидят без работы, т.к. на предыдущем этапе работа еще не закончена.

После анализа текущего состояния потока строится карта «как должно быть». На карте будущего состояния отражаются варианты и точки совершенствования процессов, а также ключевые показатели, по которым можно оценить достижение будущего состояния потока создания ценности.

Цель картирования состоит в построении цепочки процессов, в которой индивидуальные процессы связаны с их потребителями, либо непрерывным потоком, либо системой вытягивания, и каждый процесс должен по возможности производить только то, что нужно потребителям, и тогда, когда им это нужно.

Использование карты потока создания ценности позволило получить полный анализ выявленных проблем в процессах, а так же увеличить производительность труда.

Список информационных источников

1. ГОСТ ISO 9001-2011. Системы менеджмента качества. Требования. Москва: Стандартинформ, 2012г.
2. Зинченко С. П. Внедрение концепции производственных систем в России: типичные препятствия и вызовы. - Альманах «Управление производством» № 1, март 2013.
3. ЗАО «Физтех-Энерго». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ft-e.com/ru/>. Загл. С экрана. Дата обращения: 26.04.2015.
4. Казарин В. Картирование потока: зачем. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.leaninfo.ru/2010/06/21/kartirovanie-potoka-zachem/>. Загл. с экрана. Дата обращения: 12.04.2015

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСИЛАМП В ЛЮМИНЕСЦЕНТНОМ МЕТОДЕ КАПИЛЛЯРНОГО КОНТРОЛЯ

Истомин К.И.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Одним из методов контроля проникающими веществами является люминесцентный метод капиллярного контроля. При таком методе контроля поверхностные дефекты обнаруживаются по ярко светящимся индикаторным следам, которые образуются на проявляющем покрытии (проявителе) в местах расположения несплошностей.

Эффективность люминесцентного капиллярного контроля сильно зависит от размеров, яркости и контрастности индикаторных следов дефектов, которые, в свою очередь, зависят как от используемых дефектоскопических материалов, так и от источника ультрафиолетового (УФ) излучения.

Согласно [1] при люминесцентном методе капиллярной дефектоскопии с визуальным способом обнаружения дефектов следует использовать ультрафиолетовое излучение с длиной волны 315 - 400 нм.

В настоящее время существует два вида источников УФ-излучения применяемых в данном методе контроля: ртутные газоразрядные лампы; УФ-осветители на основе светодиодов.

Для повышения выявляемости поверхностных дефектов используют УФ-облучатели большой мощности на основе ртутных газоразрядных ламп, однако при этом резко повышается вредное биологическое действие УФ-лучей на человека. Помимо вредного биологического воздействия, ртутные газоразрядные лампы имеют большие габариты, высокую стоимость, долгий выход на режим, низкий КПД и представляют потенциальную опасность для оператора и экологии окружающей среды.

Ультрафиолетовые осветители на основе светодиодов безопасны для здоровья контролера и экологии окружающей среды, т.к. не содержат паров ртути, обладают не большим весом, обеспечивают мгновенную готовность к работе, имеют большую интенсивность. Недостатками данной технологии являются малый размер фокусного пятна, что затрудняет осмотр и регистрацию крупных дефектов и засветка видимым светом.

В связи с техническим прогрессом, появившийся относительно недавно новый вид УФ-излучения: эксилампы – источник спонтанного излучения, в котором используется неравновесное излучение эксимерных или эксиплексных молекул может найти применение в проведении люминесцентного метода капиллярного контроля. Основными преимуществами данного вида УФ-излучения являются отсутствие ртути в колбе, высокий КПД (до 80 % и более общей мощности излучения может быть сосредоточено в относительно узкой полосе соответствующей молекулы), относительно высокая удельная мощность излучения, узкая спектральная полоса излучения, быстрый запуск и выход на режим, возможность масштабирования и выбора произвольной геометрии излучающей поверхности.

Варьируя газовые смеси и условия, в которых реализуется электрический разряд, можно подобрать диапазон, соответствующий конкретным задачам.

Исследования проводились путем сравнения эксиплексной лампы с традиционными источниками, применяемыми в люминесцентном методе контроля.

Для реализации эксперимента использовались три источника УФ-излучения: ртутная газоразрядная лампа MAGNAFLUX ZB100-F; светодиодный фонарь Labino Torch Light UVG2; эксиплексная лампа барьерного разряда XeCl, а также наборы дефектоскопических материалов: MAGNAFLUX, SHERWIN и BYCOTEST.

В качестве регистрирующего устройства использовалась цифровая фотокамера Nikon D40.

Для количественной сравнительной оценки выявляемости дефектов различными источниками возбуждения люминесценции использовались специальные контрольные образцы по II классу чувствительности.

В результате проведения эксперимента, при облучении контролируемых образцов тремя различными источниками излучения с соблюдением требований технологического процесса люминесцентного метода капиллярного контроля по II классу чувствительности, получили следующие результаты (рис.1).

При облучении УФ-лампой (рис.1а) присутствует небольшая засветка, но индикаторные следы хорошо различимы.

Облучение светодиодным фонарем (рис.1б) малоэффективно при фотофиксации, т.к. присутствует сильная засветка. Предположительно, это обусловлено большой концентрацией мощности в узком пучке и полосой пропускания светофильтра видимой составляющей излучения.

Эксилампа показала себя наилучшим образом при фотофиксации. Как видно из рисунка 1в люминесценция индикаторных следов просматривается хорошо, засветка видимым светом отсутствует.

В результате проведенных исследований, можно заключить, что данная эксилампа может обеспечить необходимую достоверность результатов контроля и найти применение в люминесцентном методе контроля.

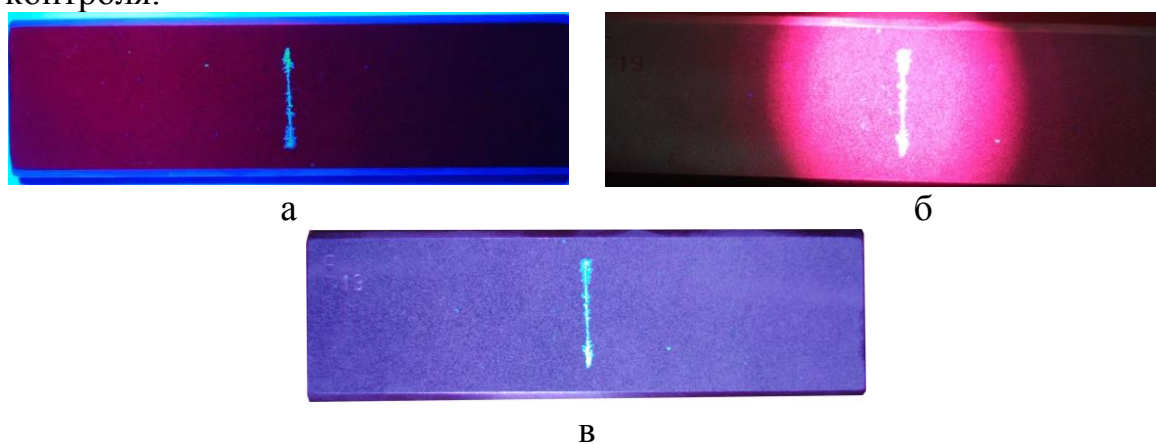


Рис. 1. Результаты контроля, полученные при облучении контрольного образца №19: а – ртутная газоразрядная лампа MAGNAFLUX ZB100-F; б – светодиодный фонарь Labino Torch Light UVG2; в – эксилексная лампа барьерного разряда XeCl .

В дальнейшей перспективе развития эксиламп существует возможность достижения оптимальных параметров соответствующих конкретным задачам в проведении люминесцентного метода контроля:

- длины волны, путем подбора определенной газовой смеси и условий, в которых реализуется электрический разряд;
- мобильность, поскольку эксилампа обладает небольшим весом, имеется возможность модернизации ее до портативной версии, работающей от батареи;
- геометрия излучающей поверхности.

Список информационных источников

1. ГОСТ 18442-80 Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования, взамен ГОСТ 18442-73 М.: Госстандарт СССР, 15.05.1980 — 18с.
2. Ультрафиолетовые и вакуумно-ультрафиолетовые эксилампы: физика, техника и применения / А. М. Бойченко, М. И. Ломаев, А. Н. Панченко и др.; – Томск: STT, 2011 — 512с.
3. Ломаев М.И. Эксилампы – эффективные источники спонтанного УФ- и ВУФ-излучения / М.И. Ломаев// Успехи Физических Наук./ М. Ломаев, В. Скакун, Э. Соснин, В. Тарасенко, Д. Шитц, М. Ерофеев – Томск, 2003. – Том 173, №2. – С. 202 – 217.
4. Мигун Н.П. Люминесцентный капиллярный контроль с использованием осветителей на основе фиолетовых светодиодов / Н.П. Мигун // Институт прикладной физики НАН Беларуси. / Н. Мигун, Н. Деленковский А. Гнусин, – Минск, Беларусь, 2014.– 5с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В ГОРНЫХ ПОРОДАХ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ ВОЗБУЖДЕНИИ

Каргина Е. А., Яворович Л.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Суржигов А.П., д. ф. – м. н., профессор
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

В Томском политехническом университете (ТПУ) ведется разработка метода мониторинга изменения напряженно-деформированного состояния массивов горных пород и прогноза геодинамических явлений. В основе разрабатываемого метода лежат фундаментальные исследования механоэлектрических преобразований в диэлектрических материалах, включая горные породы. Эти исследования начаты в ТПУ в начале 70-х годов под руководством чл.-корр. АПН А.А. Воробьева [1, 2]. Следствием механоэлектрических

преобразований являются электромагнитные сигналы, генерируемые исследуемыми материалами при механическом, акустическом, термическом, радиационным и другими видами воздействия. Причиной появления электромагнитных сигналов (ЭМС) является изменяющийся или появляющийся заряд [3-5].

Установлено [6, 7], что параметры электромагнитных сигналов, генерируемых горной породой, зависят от физических свойств горных пород, их генетического типа и структурно-текстурных особенностей.

Целью данной работы являлось выявление спектральных характеристик ЭМС образцов горных пород различной прочности при динамическом возбуждении.

Объектом исследования являлись образцы вмещающей горной породы Таштагольского железорудного месторождения, представленные скарнами, различного состава. Образцы вырезались из kernового материала и имели форму цилиндра с диаметром 42 мм и высотой 80 мм. Перед проведением исследований торцевые стороны образца шлифовались до плоскопараллельности, что обеспечивало соосность образца и плит пресса и тем самым, равномерное распределение нагрузки на торцевую поверхность образца.

Динамическое возбуждение производили стальным шариком при выстреле из пистолета с пружинным устройством. Шарик пролетал через измерительную трубку и осуществлял удар по образцу, возбуждая акустический импульс.

Блок-схема установки представлена на рис.1.

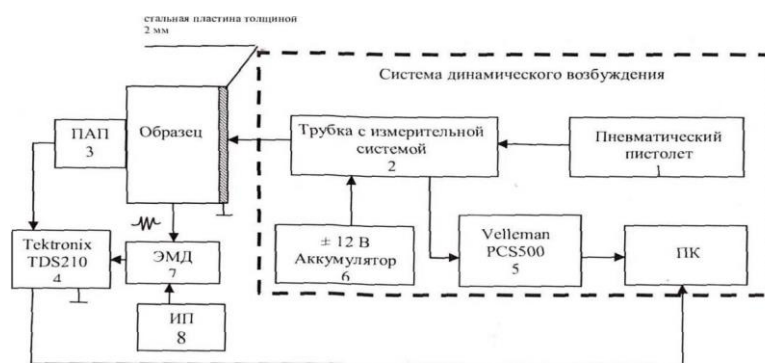


Рис. 1. Блок-схема системы динамического возбуждения: 1- пневматический пистолет с пружинным устройством; 2 - трубка с измерительной системой времени пролета шарика; 3 - ПАП (пьезоакустический приемник); 4 - цифровой двухканальный осциллограф Tektronix TDS210 с возможностью запоминания сигналов и передачи их на компьютер; 5 - осциллографическая приставка Velleman PCS500; 6 - аккумулятор с питанием ± 12 В; 7 - ЭМД (электромагнитный дифференциальный датчик, с коэффициентом усиления 100); 8 - источник питания электронной схемы ЭМД

В образец через заземленную металлическую пластину и иммерсионный слой минерального масла пружинной механической системой (1), использующей стальной шарик, вводился акустический импульс (АС). Проходя через образец, акустический сигнал регистрировался пьезоакустическим приемником (3). Сигнал с (3) служил для запуска осциллографа (4) и записывался на его экране. Генерируемый при прохождении акустического сигнала ЭМС регистрировался емкостным дифференциальным датчиком (7), который принимал электрическую составляющую ЭМС. С электромагнитного датчика (7) усиленный ЭМС поступал на осциллограф Tektronix TDS210 (4). Далее ЭМС и АС с осциллографа передавались на компьютер ПК, где производилась их дальнейшая обработка и анализ. Для изменения длительности и амплитуды акустического сигнала ударное воздействие проводилось с использованием стальных шариков массой $0,25 \cdot 10^{-3}$ и $0,86 \cdot 10^{-3}$ кг, что соответствовало длительности фронта акустического возбуждения $10 \cdot 10^{-6}$ с и $14 \cdot 10^{-6}$ с.

Для определения прочности образцы были подвергнуты одноосному сжатию на прессе до разрушения. На рис. 2 показаны аналоговые ЭМС исследуемых образцов.

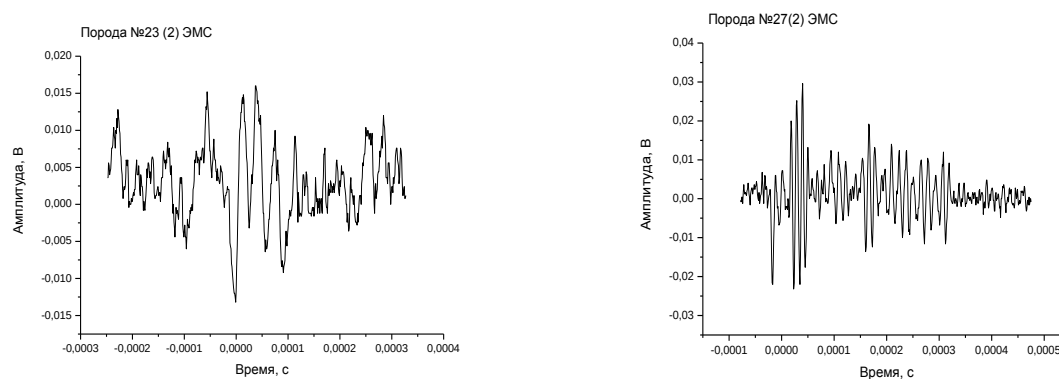


Рис. 2. Аналоговые ЭМС горных пород.

Для выявления особенностей в спектральных характеристиках ЭМС проведен амплитудно-частотный анализ с использованием БПФ. На рис. 3 приведены спектры зарегистрированных ЭМС.

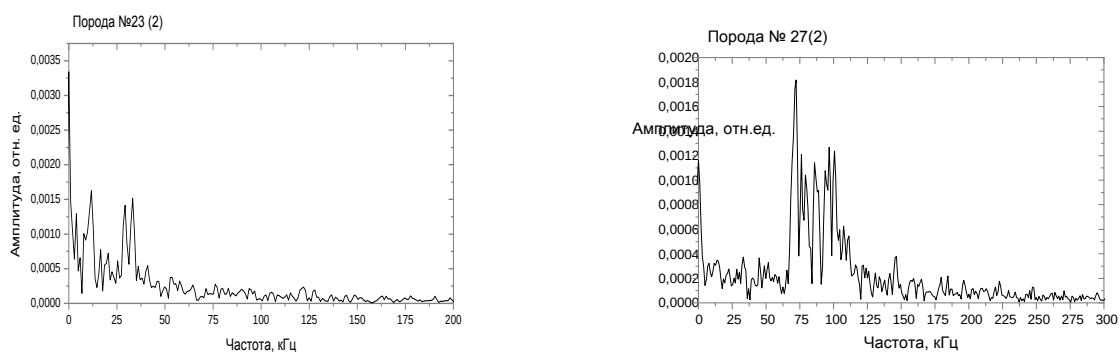


Рис. 3. Спектры зарегистрированных ЭМС горных пород

Известно, что в спектре полезного сигнала могут присутствовать техногенные шумы. Для выявления частот, соответствующих изменениям зарядового состояния образца или полезные частоты, был проведен амплитудно-частотный анализ шума, также с использованием процедуры быстрого преобразования Фурье (БПФ) и полученные частотные пики шума исключены из амплитудно-частотного спектра ЭМС. Оставшиеся частоты характеризуют состояние исследуемого образца (полезные частоты). Для образца №23 полезным частотам ЭМС соответствуют 4.9 кГц, 9.8 кГц, 27.3 кГц, 32.2 кГц. Для образца №27 полезные частоты: 1.95 кГц, 3.9 кГц, 33.2 кГц, 52.7 кГц, 71.3 кГц, 76.2 кГц, 86.9 кГц, 94.7 кГц, 96.6 кГц, 100.6 кГц, 104.5 кГц, 111.3 кГц. Соответственно значения амплитуды для этих пиков 1.97 мВ, 1.76 мВ, 0.1 мВ, 1.36 мВ для образца №23 и 0.75 мВ, 0.49 мВ, 0.4 мВ, 0.48 мВ, 1.72 мВ, 1.22 мВ, 1.16 мВ, 0.99 мВ, 0.78 мВ, 0.69 мВ, 0.67 мВ, 0.51 мВ.

Анализируя полученные результаты видим, что поскольку эти образцы отличаются по прочности наблюдаются и отличия в форме сигнала (рис. 2). Для образца №27 отмечается наличие биения. Такая форма сигнала наблюдается, когда складываются близкие частоты. Сравнение полученных спектров показало, что для образца №23 характерно низкие частоты: от 5 кГц до 32 кГц. Для образца №27 основные частотные пики лежат в пределах 70 кГц - 125 кГц. Образец №23 разрушился на несколько осколков с конусом в основании при нагрузке 222 кН. Образец №27 разрушился на большое количество мелких осколков при нагрузке 127 кН.

Таким образом, проведенное исследование показало, что по амплитудно-частотному спектру ЭМС, полученному при динамическом возбуждении можно оценить прочность образцов горной породы, без разрушения.

Список информационных источников

1. Воробьев А.А. О возможности электрических разрядов в недрах Земли// Геология и геофизика. – 1970. – №12. – С. 3-13.
2. Воробьев А.А., Заводская Е.К., Сальников В.Н. Изменение электропроводности и радиоизлучение горных пород и минералов// ДАН. – 1975. – т. 220, №1. – С. 82-85.
3. Финкель В.М., Тялин Ю.И., Головин Ю.И. Электризация щелочно-галоидных кристаллов в процессе скола// ФТТ. – 1979. – т. 21. – С. 1943-1947.
4. Соболев Г.А. и др. Электризация полевых шпатов при их деформировании и разрушении// ДАН. – 1975. – т. 225, №2. – С. 313.
5. Хатиашвили Н.Г. Электрические явления при деформации и разрушении горных пород и минералов// Физические свойства горных пород при высоких давлениях и температурах. – Тбилиси, 1974. – С. 290.
6. Беспалько А.А., Суржиков А.П., Яворович Л.В. Исследование механоэлектрических преобразований в горных породах при динамических воздействиях// Горный журнал. – 2006. – №4. – С. 32-34.
7. Яворович Л.В. Взаимосвязь параметров электромагнитных сигналов с изменением напряженно-деформированного состояния горных пород// Автореферат дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук: 25.00.20. Изд. ТПУ, Томск, 2005, 19 с.

РАЗРАБОТКА ДОКУМЕНТИРОВАННОЙ ПРОЦЕДУРЫ «УПРАВЛЕНИЕ НЕСООТВЕТСТВУЮЩЕЙ УСЛУГОЙ» ДЛЯ ЦЕНТРА СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ

Кокорева А.Е.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Актуальность работы обусловлена необходимостью документирования системы менеджмента качества. Цель работы: проектирование документированной процедуры «Управление несоответствующей услугой» для центра стандартизации, метрологии и испытаний.

Документооборот является неотъемлемой частью в системе менеджмента качества организации. Результативность действий организации определяется наличием документов, которые раскрывают

процессы организации, а также документов, отражающих состояние организации.

Документированные процедуры, выполняемые подразделениями, находятся на втором уровне документов системы менеджмента качества [1]. Целью управления документацией является обеспечение применения на рабочем месте только актуализированных документов. Разрабатываемые документированные процедуры базируются на внутренних нормативных материалах организации и на законодательных и правовых актах отрасли [2].

Документированная процедура должна отвечать на вопросы, которые могут возникнуть у участников процесса и тех, кто проводит измерение процесса, корректирующие и предупреждающие действия с целью улучшения.

Обязательные документированные процедуры тесно взаимосвязаны между собой. Их можно классифицировать. К процедурам-требованиям относятся: «Управление документами», «Управление записями», «Управление несоответствующей продукцией». Первые две процедуры регламентируют требования к информации, третья – ко всем видам продукции. К процедурам-инструкциям относятся: «Внутренние аудиты», «Корректирующие действия», «Предупреждающие действия». Внутренний аудит включает оперативное управление, контроль и улучшение. Корректирующие и предупреждающие действия – составные части процесса улучшения.

Документированная процедура может включать матрицу распределения ответственности и полномочий среди персонала организации.

Документированная процедура является текстовым описанием каждого процесса и рассматривает этот процесс так, как он реализуется на практике. Структура документированной процедуры включает в себя: постановку цели, то для чего нужен документ, разработку плана действий и распределение ответственности, реализацию этих действий, проверку на предмет соответствия требованиям, проведение улучшающих мероприятий [3]. Основным принцип документированной процедуры: документ служит напоминанием персоналу как следует работать [4].

Областью применения данной процедуры является ее использование высшим руководством и сотрудниками, так как документированная процедура распространяется на все подразделения центра стандартизации, метрологии и испытаний [5]. Документированная процедура «Управление несоответствующей услугой» устанавливает порядок управления несоответствующей

услугой, виды несоответствий, предполагаемые причины несоответствий и меры по их устранению, а также ответственность персонала за действия при управлении несоответствующей услугой. Несоответствующая услуга – это услуга, которая не соответствует установленным (оговоренным или документированным способом) требованиям к ней или ожиданиям потребителя.

Управление несоответствующей услугой проводится с целью:

- предотвращения использования заявителем результатов услуг, выполненных с отступлениями от действующих правил и норм;
- предотвращения непреднамеренного использования несоответствующей услуги сотрудниками центра;
- уменьшения затрат, связанных с доработкой или заменой несоответствующей услуги.

Управление несоответствующей услугой включает:

- выявление несоответствий при оказании услуги на каждом этапе ее жизненного цикла;
- идентификация несоответствий;
- регистрация факта несоответствий;
- оценка характера несоответствий;
- определение причины несоответствия;
- принятие решения по коррекции несоответствующей услуги;
- проверка услуги после устранения несоответствия;
- предупреждение повторного возникновения несоответствия.

Выявление несоответствующей услуги проводится: при подписании документов, завершающих определенный этап работ при оказании услуги, при внутреннем аудите системы менеджмента качества, при анализе поступивших от заказчиков претензий и апелляций, либо при внешних проверках (инспекционных, государственного надзора, комиссии по аккредитации).

Решение по несоответствующей услуге принимает на соответствующем уровне руководитель подразделения. Ответственность за коррекцию выявленного несоответствия несет исполнитель работ, контроль за оперативное и качественное выполнение коррекции осуществляет руководитель подразделения.

Мероприятия по устранению предполагаемых несоответствий могут быть представлены в виде таблицы «Классификатор несоответствий услуг». Исправление несоответствий проводится в сроки, указанные в планах корректирующих мероприятий.

В результате внедрения документированной процедуры «Управление несоответствующей услугой» деятельность центра

стандартизации, метрологии и испытаний становится понятной, четкой, а документация становится удобной для идентификации.

Список информационных источников

1. Аскарлов Е.С. ИСО 9000. Процедуры [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://quality.eur.ru/DOCUM4/iso-doc.htm>. 24.04.2015
2. ГОСТ ISO 9001-2011 Система менеджмента качества. Требования. – М: Стандартинформ, 2012. – С. 18
3. Разработка документированных процедур, требования к содержанию и оформлению [Электронный ресурс]. – режим доступа: http://www.quality.edu.ru/quality/met/tip_mod/doc/622/. 22.04.2015
4. Заика И. Т. Документирование системы менеджмента качества: Учебное пособие. – М.: Кнорус, 2010. – 185 с.
5. Сажин П. Б. Повышение эффективности деятельности организации на основе управления внешними и внутренними документами // Проблемы современной экономики. – СПб, 2009. – Т.1. - № 2. – С. 229-234.

ИНФОРМАТИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ПРИ ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ КОЛЕС ВАГОНОВ В ДВИЖЕНИИ

Коломеец А.О.

*Сибирский государственный университет путей
сообщения (СГУПС), г. Новосибирск*

*Научный руководитель: Бехер С.А., к.т.н., доцент кафедры
электротехники, диагностики и сертификации*

Для своевременного обнаружения дефектов поверхности катания железнодорожных колес проводится контроль [1] грузовых вагонов в движении. Негативное воздействие дефектов на работу ходовых частей вагонов заключается в увеличении динамических сил в системе «колесо-рельс». В процессе качения колеса с нарушением круговой симметрии поверхности катания в рельсе возникают динамические деформации. Тензометрический метод контроля основан на регистрации этих деформаций и оценке по ним степени опасности обнаруживаемых дефектов. Для практической реализации контроля необходимы экспериментальные зависимости параметров диагностических сигналов тензосистемы от параметров дефектов, силовых показателей взаимодействия колеса и рельса.

Целью представленной работы является анализ информативных параметров сигналов с тензодатчиков для оценки характеристик дефектов поверхности катания колесных пар грузовых вагонов.

Экспериментальные исследования проводились на измерительном участке [2] действующего пути с установленными на шейке рельса тензодатчиками. С помощью тензометрической системы Динамика-3 [3] регистрировались сигналы, по которым определялись симметричные и асимметричные деформации [2]. Записанные в процессе движения поезда сигналы анализировались совместно с результатами визуально-измерительного контроля на ПТО после остановки поезда.

Измерения размеров дефектов при осмотре поезда проводились абсолютным шаблоном. Экспериментально установлено, что в области дефекта типа ползун уверенно дифференцируются два участка. Внутренний участок с неровной поверхностью связан со смещением металла при скольжении колеса по рельсу, внешний – с наклепом металла [4], возникающим при ударном взаимодействии колеса с ползуном и рельса в процессе эксплуатации.

В простейшей модели ползуна, когда он представляет собой плоский участок протяженностью l , связь глубины ползуна h с его протяженностью l , в пренебрежении членами более высокого порядка малости по h , находится из простейшего соотношения $l \approx 62 \cdot \sqrt{h}$.

Для оценки влияния на динамику колес дефектов двух разных типов: выщербин и ползунов введена характеристика дефекта – условная протяженность дефекта вдоль поверхности катания. Для выщербин условная протяженность определяется экспериментально по длине выкрашенной части, для ползунов экспериментально-расчетным путем по формуле $l \approx 62 \cdot \sqrt{h}$, где глубина h определяется экспериментальными методами. При наличии выщербины в ползуне за протяженность принимают наибольшую протяженность, измеренную вдоль поверхности катания.

Применительно к задаче контроля колес вагонов в движении сигналы с тензодатчиков являются диагностическими. Для их описания необходимо разработать комплекс параметров, причем те параметры, которые находятся в наиболее тесной связи с характеристиками дефектов, являются информативными. Актуальной является задача обоснованного выбора комплекса информативных параметров сигналов, максимально коррелирующего с параметрами дефектов.

При увеличении силы, действующей от колеса на рельс, последний опирается на шпалы, что приводит к увеличению силы реакции опоры шпалы на рельс и, следовательно, увеличению локальных деформаций

сжатия шейки рельса над шпалой. Использование при диагностике силы реакции шпал позволяет контролировать рельс ограниченным количеством тензодатчиков, установленных над центрами шпал. Временные параметры сигналов тензодатчиков связаны с фазами взаимодействия дефекта поверхности колеса и рельса. Моделирование движение колесной пары с дефектом поверхности катания достаточно подробно описаны в работах авторов Кудюрова Л.В. и Гарипова Д.С. [4].

На рис. 1 показаны зависимости симметричных деформаций от времени при движении колеса с дефектом поверхности катания. В момент наезда колеса на переднюю кромку дефекта колесо разгружается, при этом абсолютное значение симметричных деформаций уменьшаются (поз. А на рис. 1). Касание дальней кромкой дефекта поверхности катания рельса происходит с ненулевой вертикальной скоростью. В этой точке сила воздействия от колеса на рельс начинает увеличиваться. На графике симметричных деформаций наблюдается экстремум (поз. Б на рис. 1). Таким образом, интервал времени t_{AB} от точки А до точки Б (рис. 1) связан с длиной ползуна l и скоростью движения поезда v следующим соотношением: $l = 2 \cdot v \cdot t_{AB}$.

В точке Г (рис. 1) наблюдаются наименьшие сжимающие деформации рельса, колесо в этот момент времени находится в верхней точке. Данное положение колеса возникает через определенное время после наезда на дальнюю кромку ползуна. Локальный минимум деформаций в точке В в первую очередь связан с колебательными процессами в системе колеса и рельса.

Временные параметры сигналов тензосистемы связаны протяженностью дефекта вдоль поверхности катания им скоростью движения колеса. Существенное влияние на временные параметры оказывают амплитудно-частотные характеристики системы колесо-рельс, при

этом наилучшая характеристика напрямую связанная с протяженностью дефекта это длительность переднего фронта, время в течение которого амплитуда деформаций убывает от первоначального значения (поз. А на рис. 1) до минимума (поз. Б). Применение временных параметров

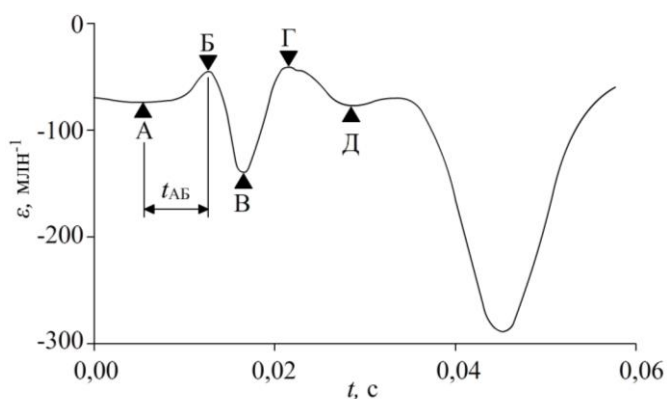


Рис. 1 - График зависимости симметричных деформаций от времени при проезде колеса с дефектом поверхности катания

ограничено оценкой только геометрических размеров дефектов, для оценки силовых показателей взаимодействия колеса и рельса необходимо привлекать амплитудные характеристики сигналов.

На рисунке 2 в показан сигнал от прохождения бездефектного (поз. 1) и дефектного колеса (поз. 2). На рисунке обозначены амплитуды деформаций: ε_1 – минимальная амплитуда, связанная с разгрузкой колеса и максимальная амплитуда – ε_3 , связанная с силовым воздействием от колеса на рельс, ε_2 , ε_4 – деформации при движении бездефектного колеса.

Силовое воздействие колес с дефектами характеризуется коэффициентами разгрузки K_r и нагрузки K_n : $K_r = \varepsilon_1 / \varepsilon_2$ и $K_n = \varepsilon_3 / \varepsilon_4$.

Коэффициенты количественно описывают изменение деформации при движении дефектного колеса относительно деформаций, регистрируемых в процессе движения бездефектного колеса. Динамические силы, воздействующие на рельс от колеса с дефектом, определяются как произведение коэффициента нагрузки на половину осевой нагрузки P_0 : $F = K_n \cdot P_0 / 2$.

Для определения квазистатической вертикальной силы от бездефектного колеса на рельс, используются вертикальные деформации, регистрируемые в процессе движения колеса над парой тензодатчиков, как показано в работе [2]. Для данных, представленных на рисунке 2, коэффициент $K_n = 1.7$, а соответствующая сила равна $F = 188 \text{ кН}$.

Выводы. Временные параметры сигналов связаны с размерами дефектов, а амплитудные параметры сигналов связаны с динамическим воздействием на рельс. При анализе временных параметров введено понятие длительность переднего фронта - время диагностического сигнала. Длительность переднего фронта линейно зависит от условной протяженностью дефекта и скорости движения, так для ползунов глубиной от 0,3 до 1,7 мм длительность переднего фронта составила от 4 до 20 мс при скорости движения поезда 15 м/с.

Силу в системе колесо рельс определяли по коэффициенту нагрузки равному отношению максимальной амплитуды, связанной с силовым воздействием от дефектного колеса на рельс, к амплитуде деформаций при движении бездефектного колеса. Так для ползунов

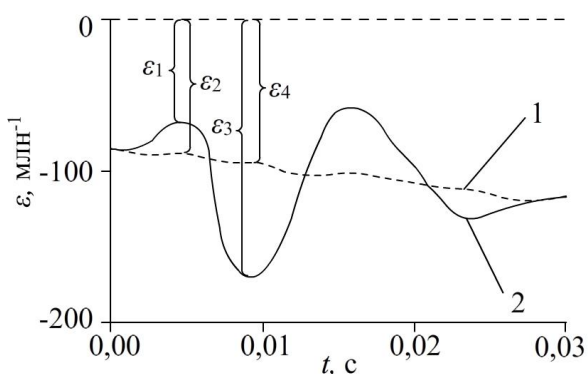


Рис. 2 - Параметры симметричных деформаций колеса без дефекта (1) и с дефектом (2)

глубиной от 0,3 до 1,7 мм вертикальная сила на рельс составила от 80 до 400 кН.

Список информационных источников

1. Обнаружение некруглости колес // Железные дороги мира, 2003, №8, С. 64-68.
2. Степанова Л.Н., Бехер С.А., Кочетков А.С., Снежков И.И. Использование тензометрии для контроля колес грузовых вагонов в движении, Контроль. Диагностика, 2008, №8, С. 19-23.
3. Степанова Л.Н., Бехер С.А., Кочетков А.С., Особенности использования быстродействующей тензометрии для контроля колес грузовых вагонов в движении, Вестник Ростовского государственного университет путей сообщения, 2010, №2, С. 53-57
4. Кудюров Л.В., Гарипов Д.С., Математическая модель развития плоского дефекта на поверхности катания колеса с учетом упругости подвески и вертикальной неровности пути, Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Физико-математические науки, 2010, №1 (20), С. 178-187.
5. Вериго М.Ф., Коган А.Я. Взаимодействие пути и подвижного состава./ Под ред. М.Ф. Вериго. - М.: Транспорт, 1986. - 559 с.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА РИСКОВ

Коньсбекова Г.К.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Управление рисками, риск-менеджмент (англ. riskmanagement) — процесс принятия и выполнения управленческих решений, направленных на снижение вероятности возникновения неблагоприятного результата и минимизацию возможных потерь, вызванных его реализацией.

Под управлением рисками понимаются процессы, связанные с идентификацией, анализом рисков и принятием решений, которые включают максимизацию положительных и минимизацию отрицательных последствий наступления рискованных событий.

Риски — это объективный и неизбежный фактор любой хозяйственной деятельности. Поэтому перед менеджментом стоит задача не избегать рисков, а управлять ими и тем самым повышать эффективность деятельности компании.

Разные риски тесно связаны между собой и представляют целостную систему, элементы которой зависят друг от друга, поэтому необходимо научиться управлять ими. Поскольку риски объективно неизбежны, то первое условие управления ими – умение предусмотреть их и снизить до максимально возможного уровня. Для этого необходимо:

- знать общие и конкретные причины определенного вида риска;
- определить обстоятельства, при которых он возникает;
- оценить вероятность его появления; сопоставить выгоду и риск.

Любой риск характеризуется 4 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.

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.).

В настоящее время управление рисками представляет собой динамично развивающийся вид в области менеджмента. Многие западные фирмы имеют в штате должность риск-менеджера, в профессиональные обязанности которого входит обеспечение снижения всех видов риска. Риск-менеджер наряду с высшим звеном управления участвует в принятии рискованных решений и разделяет с ним ответственность за их последствия.

Подходы к управлению рисками очень схожи с методологией управления, описанной в ISO 9001. Более того, система, основанная на модели ISO 9001, может быть представлена как комплексное решение по снижению (смягчению) рисков.

В терминах ISO 9001 отклонение "факта" от "плана" - это "невыполнение требования". Из сравнения определения риска с определением "потенциального несоответствия" по ISO 9001 следует, что потенциальное несоответствие и риск – это очень близкие понятия. Соответственно, любое предупреждающее действие – это действие, направленное на снижение риска. "Несоответствие" с точки зрения риск-менеджмента - это реализовавшийся риск, которым следовало управлять.

Таким образом, процесс управления корректирующими и предупреждающими действиями, это процесс, в ходе которого, на самом деле, управляются операционные риски.

То же самое относится к внутренним аудитам. Если цель внутреннего аудита – оценить, насколько реальный процесс осуществляется в соответствии с заданной технологией, то можно идентифицировать реализовавшиеся риски. Если при этом выявить "потенциальные несоответствия", то есть, идентифицировать риски, то тогда сможем внедрить "предупреждающее действие", то есть смягчить риск.

В стандарте ISO31000:2009 определен процесс риск-менеджмента в организации, который осуществляется по следующей схеме (рис. 1):

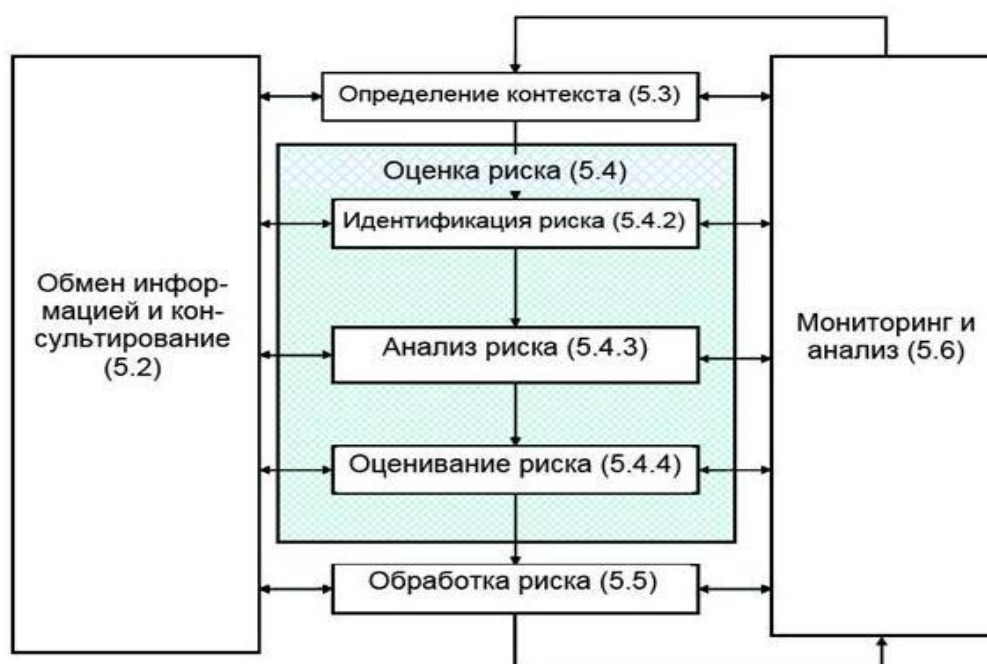


Рис. 1. Процесс риск-менеджмента в организации

Деятельность по управлению рисками, согласно ISO 31000:2009, должна осуществляться в соответствии с принципами риск-менеджмента.

1. Риск-менеджмент создает и защищает ценность.

Риск-менеджмент наглядно способствует достижению целей и улучшению деятельности, например, обеспечения здоровья и безопасности людей, защиты, соответствия законодательным и другим обязательным требованиям, общественного признания, защиты окружающей среды, качества продукции, менеджмента проектов, результативности функций, руководства и репутации.

2. Риск-менеджмент является неотъемлемой частью всех организационных процессов.

Риск-менеджмент не является обособленной деятельностью, которая отделена от основной деятельности и процессов в организации. Риск-менеджмент - это часть обязательств руководства и неотъемлемая часть всех организационных процессов, включая стратегическое планирование и все процессы управления проектами и изменениями.

3. Риск-менеджмент является частью процесса принятия решений.

Риск-менеджмент помогает лицам, принимающим решения, делать обоснованный выбор, определять приоритетность действий и проводить различия между альтернативными направлениями действий.

4. Риск-менеджмент явным образом связан с неопределенностью.

Риск-менеджмент четко учитывает неопределенность, характер этой неопределенности и как с ней обращаться.

5. Риск-менеджмент является систематическим, структурированным и своевременным.

Систематический, регулярный и структурированный подход к риск-менеджменту способствует эффективности и устойчивым, сравнимым и надежным результатам.

6. Риск-менеджмент основывается на наилучшей доступной информации.

Входные данные для процесса риск-менеджмента основываются на таких источниках информации, как исторические данные, опыт, обратная связь от заинтересованных сторон, наблюдения, прогнозы и экспертные оценки. Однако лица, принимающие решения, должны отдавать себе отчет и принимать во внимание любые ограничения данных или используемого моделирования или возможности расхождений мнений среди экспертов.

7. Риск-менеджмент является адаптируемым.

Риск-менеджмент должен соответствовать внешней и внутренней ситуации (контекста) и профилю риска.

8. Риск-менеджмент учитывает человеческие и культурные факторы.

Риск-менеджмент признает возможности, восприятия и намерения людей за пределами и внутри организации, которые могут способствовать или затруднять достижение целей организации.

9. Риск-менеджмент является прозрачным и учитывает интересы заинтересованных сторон.

Соответствующее и своевременное вовлечение заинтересованных сторон и, в частности, лиц, принимающих решения, на всех уровнях организации гарантирует, что риск-менеджмент остается на

надлежащем уровне и отвечает современным требованиям. Это позволяет заинтересованным сторонам быть должным образом представленными и быть уверенными в том, что их мнение принимается во внимание в процессе установления критериев риска.

10. Риск-менеджмент является динамичным, итеративным и реагирующим на изменения.

Риск-менеджмент непрерывно распознает изменения и реагирует на них. Как только происходит внешнее или внутреннее событие, контекст или знания изменяются, осуществляются мониторинг и пересмотр рисков, новые риски появляются, некоторые изменяются, другие исчезают.

11.Риск-менеджмент способствует постоянному улучшению организации.

Организации должны разрабатывать и применять стратегии повышения совершенства риск-менеджмента одновременно с другими своими аспектами.

Наиболее распространённые инструменты и методики (техники) менеджмента риска приводятся в международном стандарте ISO/IEC 31010:2009. В стандарте кратко описываются 31 техника менеджмента риска. Примеры техник включают: мозговой штурм, анализ «Что если...», FMEA, HAZOP, НАССР, диаграмма «галстук-бабочка», анализ дерева отказов, Байесовы сети, FN-кривые и др.

Применение подходов управления рисками позволяет найти оптимальный баланс между действиями, направленными на получение прибыли, и действиями, направленными на обеспечение безопасности, таким образом, способствуя необходимой и достаточной защищенности бизнеса. А прибыль и безопасность – это основные факторы, которые интересуют собственника любого бизнеса.

Список информационных источников

- 1.<http://ru.wikipedia.org>
- 2.<http://www.e-xecutive.ru>
- 3.<http://quality.eup.ru>
- 4.ГОСТ Р ИСО 31000-2010 Менеджмент риска. Принципы и руководство.
- 5.Злобина, Н.В.Современные инструменты развития системы менеджмента качества организации: монография / Н.В. Злобина, М.М. Висков,В.А. Толстошеина. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011.
- 6.<http://rkbsemashko.ru/управление-рисками>

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И АКТУАЛИЗАЦИЯ НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Круглова Е.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Трудно представить ситуацию, когда нет документов, стандартов предприятия, и все указания руководства сообщаются в устной форме, а каждый исполнитель выполняет эти указания в меру своих знаний и опыта. Здесь о единстве целей в области качества вообще не может быть речи. Контроль, аудит при отсутствии документов также невозможно провести, поскольку любой аудит - это определение соответствия какому-то эталону (документу, стандарту). Разработка документов СМК - это большой и важный этап работы по проектированию, созданию СМК. В п. 4.2.3 стандарта ISO 9001: 2000 перечислены необходимые действия по управлению документацией, в том числе и требование по анализу и актуализации документов по мере необходимости. Это означает, что эту меру организация определяет сама! Иными словами, в ГОСТ Р ИСО 9001-2001 (ISO 9001:2000) не требуется обязательного рутинного пересмотра всех документов, если они не меняются.

А меняются они в случаях:

- проведения соответствующих корректирующих и предупреждающих мероприятий;
- проведения внутреннего и внешнего аудитов, в результате которых требуется пересмотр документов;
- обоснованного решения ответственного за документ, службы качества, руководителя проекта СМК, представителя руководства по качеству.

При каком числе внесенных в документ изменений его нужно переиздавать? В стандарте "Управление документацией" ООО ТЗИА записано: <Если изменения составляют больше 30% от первоначального объема>. А вот со следующей записью я считаю "погорячились": "Если документ не имеет изменений, то он подлежит плановому пересмотру через 5 лет". И на 2015 г. работники собираются составлять график пересмотра стандартов, изданных в 2010 г., даже если число изменений в них меньше критического. Но окончательного решения еще не

принято. Статус документа можно установить по дате введения его в действие (плюс дата введения в действие последнего изменения). Тем более, что рядом с обозначением действующего стандарта они указывают обозначение того, взамен которого он издан (например, СТО 14760-002-2015 взамен СТП 14760-002-2010).

В ООО ТЗИА принят следующий порядок подготовки документа СМК:

- ответственный за документ (ОД) обеспечивает деятельность рабочей группы по созданию проекта стандарта, доводит его до готовности и передает проект документа в службу качества;

- служба качества готовит документ для утверждения, визирует у членов рабочей группы, подписывает у исполнителя (ОД), руководителя проекта СМК, представителя руководства по качеству и подает генеральному директору вместе с приказом на утверждение;

- если для введения стандарта в действие необходимо провести какие-либо предварительные мероприятия, они отражаются в приказе с установлением срока введения стандарта в действие;

- стандарты подлежат учету, хранению, размножению и рассылке согласно реквизиту рассылки, указанному в приказе;

- регистрация документов СМК ведется в Журнале регистрации документов СМК, который находится в службе качества; каждому рабочему экземпляру стандарта присваивается порядковый номер, который проставляется службой качества на обложке стандарта, а в журнале регистрации указывается, кому выдан данный экземпляр;

- один экземпляр документа сдается в научно-техническую библиотеку.

Стандарт, как правило, состоит из следующих разделов:

- 1.Введение
- 2.Нормативные ссылки
- 3.Назначение
- 4.Область применения
- 5.Ответственность

- 6.Процедура (описание вида деятельности, при котором особое внимание должно быть обращено на совместную деятельность подразделений, специалистов на стыках вопросов; кроме текста и таблиц, рекомендуется описывать процессы с помощью блок-схемы);

- 7.Записи по качеству.

Другие разделы (термины, приложения и т. п.) диктуются особенностями каждого документа. Общая ответственность за организацию разработки и анализа, контроль за применением

стандартов СМК возлагается на представителя руководства по качеству. Состав документов СМК и рабочих групп по их созданию, ответственный за документ определяются руководителем проекта СМК. Организационно-методическое и справочно-консультационное обеспечение разработки внедрения и ведения документации СМК возложено на службу качества. Все эти виды деятельности СМК до недавнего времени выполнялись в ООО ТЗИА в рамках существующей структуры, и сотрудники занимались ими по совместительству. Летом 2005 г. на заводе было создано специальное структурное подразделение - отдел менеджмента качества.

Какие сложности могут встретиться в процессе разработки документов СМК? Документы должны разрабатываться непосредственными участниками процессов. Это азбучная истина. Но эти сотрудники заняты своей работой, ответственной, срочной, и разработка стандарта является для них дополнительной "непрофильной" нагрузкой. Необходимо мотивировать их к выполнению этой работы самой атмосферой, созданной на предприятии, заранее подготовить график разработки документов. Не следует требовать от них законченного документа, можно описать лишь главный раздел <процедура> (описание вида деятельности). Надо найти возможность материально поощрять ответственных за документ. Сейчас работников тревожит материальное положение завода, создавшийся правовой вакуум, отсутствие Госзаказов, а в целом – стабильности. Но жизнь и ее законы таковы. И уже сегодня желательно определить место документов СМК, стандартов предприятия в иерархии нормативных требований разных уровней.

Мне это видится таким образом:

Первый уровень - государственный: требования общих и специальных технических регламентов к безопасности продукции, работ, услуг и т. д. Эти требования обязательные - их устанавливают органы законодательной и исполнительной власти. Второй уровень - тоже государственный: требования стандартов к качеству продукции, работ, услуг и системам менеджмента качества. Эти требования рекомендательные - их устанавливает национальный орган по стандартизации. Третий уровень - потребительский: требования заказчика к качеству продукции, установленные в договоре, в задании на проектирование. Эти требования для них обязательные. Исполнение этих требований является приоритетом. Более того, в СМК предусматривается изучение и оценка удовлетворенности заказчика их продукцией, а также всеми аспектами наших взаимоотношений с ними. Четвертый уровень - исполнительский: требования документов

СМК, обязательные для нашей организации. Они являются нормативными документами, в которых, кроме требований стандартов ISO серии 9000, должны учитываться требования нормативных документов более высокого уровня, т. е. обязательные требования технических регламентов. Необходимо переводить рекомендательные требования документов второго уровня в обязательные для предприятия, учитывать в качестве обязательных требования заказчиков.

Таким образом, в процессе стандартизации разрабатываются документы, которые составляют основу и механизм реализации СМК. Но этот механизм надо заставить работать. Если ограничиться только разработкой документов, то это не принесет улучшений. Поставленную задачу можно решить только в том случае, если персонал будет пользоваться документами, стандартами предприятия (стандартами организации), а практика будет соответствовать описанию в стандартах. Проведу аналогию с приказом - документом, фиксирующим управленческое решение. Если приказ при его подготовке не согласован с заинтересованными лицами, не получил сторонников данного решения еще до его выхода, не доведен до исполнителей, система его реализации не предусматривает корректирующих действий (на стадии контроля), то велика вероятность того, что ценное управленческое решение может так и не быть реализовано.

Список информационных источников

- 1.Агарков А. П. Управление качеством : учеб. пособие. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Самара: Изд-во БАХРАХ-М, 2009г. 228с.
- 2.<http://quality.eur.ru/> - ресурс о менеджменте качества
- 3.<http://tzia.ru/> - электронный ресурс ООО ТЗИА

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ NaCl, LiCl, KCl В ИНТЕРВАЛЕ 293-673 К

Соболева Э.Г., Литвиненко В.В.

Юргинский технологический институт (филиал)

Томского политехнического университета

*Научный руководитель: Соболева Э.Г., к.ф.-м.н., доцент кафедры
естественнонаучного образования*

Объектами наших исследований были оптически однородные монокристаллы NaCl, LiCl и KCl, выращенные из водных растворов

этих химически чистых солей при комнатной температуре. Многие экспериментальные и теоретические методики, отработанные на этих кристаллах, с успехом применялись при изучении физических свойств более сложных по структуре материалов. Этим и определяется неослабевающий интерес к изучению физических и термодинамических свойств монокристаллов галогенидов щелочных металлов.

Цель работы: исследование термодинамических функций NaCl, LiCl и KCl в интервале 293–673 К.

Задачи исследования: 1) с помощью прибора БИТ-400 измерить удельную теплоемкость хлорида натрия, хлорида лития и хлорида калия в интервале 293-673 К; 2) методом численного интегрирования определить для объектов исследования изменения энтропии, энтальпии и энергии Гиббса.

В таблице 1 представлены некоторые физические свойства хлоридов щелочных металлов.

Некоторые физические свойства хлоридов щелочных металлов (300 К) [1] Таблица 1

Свойство	NaCl	LiCl	KCl
1. Плотность ρ , 10^3 кг/м ³	2,165	2,075	1,980
2. Температура плавления $T_{пл}$, К	1074	883	1049
3. Температура Дебая θ , К	299,2	398	222,3
4. Энтропия вещества в стандартном состоянии S , Дж/моль·К	72,36	59,3	82,56
5. Молярная теплоемкость при постоянном давлении C_p , Дж/моль·К	49,71	48,0	51,29
6. Энтальпия образования ΔH , кДж/моль·К	-410,9	-408,4	-435,9
7. Энергия Гиббса образования ΔG , кДж/моль	-384,0	-384	-408,0

Как известно, теплоемкость – одна из важнейших термодинамических характеристик вещества. Теплоёмкость тела – физическая величина, определяемая отношением бесконечно малого количества теплоты δQ , полученного телом, к соответствующему приращению его температуры δT :

$$C = \delta Q / \delta T.$$

В настоящей работе для измерения удельной теплоемкости использовался прибор БИТ-400, работа которого основана на методе

монотонного охлаждения. В таблице 2 показаны основные технические характеристики и условия эксплуатации прибора.

Таблица 2

Основные технические характеристики и условия эксплуатации прибора БИТ-400

Размеры образцов: диаметр толщина	5 мм 10 мм
Диапазон измерения теплоемкости	700-4200 кДж/кг·К
Рабочий диапазон температур	20-400 °С
Пределы допускаемой основной погрешности	5 %
Время измерения	не более 60 мин.
Напряжение питания	220±22 В
Масса прибора	не более 3 кг

Зависимости теплоемкости от температуры могут быть описаны уравнениями Майера-Келли (в единицах Дж·моль⁻¹·К⁻¹) [2]:

$$\text{для NaClC}_p = 45,94 + 16,32 \cdot 10^{-3}T, \quad (1)$$

$$\text{для LiClC}_p = 46,02 + 14,18 \cdot 10^{-3}T, \quad (2)$$

$$\text{для KClC}_p = 41,38 + 21,76 \cdot 10^{-3}T + 3,22 \cdot 10^{-5}T^2 \quad (3)$$

На основании соотношений (1)-(3) рассчитаны термодинамические функции (изменения энтальпии $H_T^0 - H_{293}^0$ и энтропии $S_T^0 - S_{293}^0$). Для этого использованы известные уравнения, связывающие теплоемкость C_p с функциями энтальпии и энтропии [3, 4].

Для определения изменения энергии Гиббса при нагреве от температуры T_1 до температуры T_2 воспользовались уравнением [3]:

$$G_{T_2}^0 - G_{T_1}^0 = \int_{T_1}^{T_2} C_p dT - (T_2 - T_1) \cdot S_{T_1}^0 - T_2 \int_{T_1}^{T_2} \frac{C_p}{T} dT. \quad (4)$$

Сглаженные значения молярной теплоемкости и рассчитанные по ним изменения энтропии, энтальпии и энергии Гиббса хлоридов щелочных металлов приведены в таблицах 3-5.

Таблица 3

Молярная теплоемкость, термодинамические функции и энергия Гиббса NaCl

T, К	C_p , Дж/(моль·К)	$S_T^0 - S_{293}^0$, Дж/(моль·К)	$H_T^0 - H_{293}^0$, кДж/(моль·К)	$G_T^0 - G_{293}^0$, кДж/(моль·К)
293	50,72	—	—	—
333	51,37	6,53	2,04	-3,03
373	52,03	12,40	4,11	-6,30

413	52,68	17,75	6,20	-9,81
453	53,33	22,67	8,32	-13,53
493	53,99	27,24	10,47	-17,43
533	54,64	31,52	12,64	-21,53
573	55,29	35,55	14,84	-25,79
613	55,94	39,37	17,07	-30,22
653	56,60	43,00	19,32	-34,81
673	56,92	44,76	20,45	-37,17

Таблица 4

Молярная теплоемкость, термодинамические функции и энергия Гиббса LiCl

T, K	C_p , Дж/(моль·К)	$S_T^0 - S_{293}^0$, Дж/(моль·К)	$H_T^0 - H_{293}^0$, кДж/(моль·К)	$G_T^0 - G_{293}^0$, кДж/(моль·К)
293	50,17	—	—	—
333	50,74	6,46	2,02	-2,46
373	51,31	12,25	4,06	-5,16
413	51,88	17,52	6,12	-8,09
453	52,44	22,36	8,21	-11,22
493	53,01	26,84	10,32	-14,54
533	53,58	31,04	12,45	-18,05
573	54,15	34,98	14,60	-21,73
613	54,71	38,71	16,78	-25,56
653	55,28	42,26	18,98	-29,55
673	55,56	43,97	20,09	-31,60

Таблица 5

Молярная теплоемкость, термодинамические функции и энергия Гиббса KCl

T, K	C_p , Дж/(моль·К)	$S_T^0 - S_{293}^0$, Дж/(моль·К)	$H_T^0 - H_{293}^0$, кДж/(моль·К)	$G_T^0 - G_{293}^0$, кДж/(моль·К)
293	51,51	—	—	—
333	51,53	5,75	1,80	-4,29
373	51,81	11,03	3,65	-8,81
413	52,26	15,93	5,57	-13,53
453	52,81	20,51	7,53	-18,46
493	53,43	24,82	9,54	-23,57
533	54,11	28,91	11,59	-28,86
573	54,83	32,78	13,69	-34,31
613	55,58	36,50	15,82	-39,95

653	56,34	40,06	18,00	-45,73
673	56,74	41,79	19,10	-48,68

Таким образом, с помощью быстродействующего измерителя теплоемкости была измерена теплоемкость хлоридов щелочных металлов NaCl, LiCl KCl в интервале температур 293-673 К. По экспериментальным данным теплоемкости методом численного интегрирования определены термодинамические свойства в исследуемых объектах исследования.

Список информационных источников

1. Беломестных В.Н., Теслева Е.П. Анггармонические эффекты в твердых телах (акустические аспекты). – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 151 с.
2. Краткий справочник физико-химических величин / Под ред. К.П. Мищенко и А.А. Равделя. – Л.: Химия, 1974 г. – 200 с.
3. Семиохин И.А. Физическая химия: Учебник. Изд-во МГУ, 2001. 272 с.
4. Игишева А.Л. Теплоемкость кристалла NaCl в области температура 293-673 К // Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции для студентов и учащейся молодежи, Юрга, 9-11 Апреля 2015. - Томск: Изд-во ТПУ, 2015 - С. 563-565.

РАЗРАБОТКА ГЕОМЕТРИИ КОНТРОЛЯ ЭКРАНО-ЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ

Кирюшкин Т.С.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Работоспособность аппаратуры управления полетом ракеты может быть нарушена внешними потоками ионизирующего излучения. Для предотвращения таких нарушений бортовая полупроводниковая электроника защищается с помощью специальных экрано-защитных покрытий. Основное требование к таким покрытиям – это обеспечения требуемого уровня защиты при минимальном весе. Такие требования могут быть выполнены только при использовании в технологическом процессе высокоточных средств измерения толщины этих покрытий.

Причем доступ к изделию всегда односторонний. В связи с этим возникает задача вычисления пространственной точечной функции эффективности для первичного коллиматора, формирующего первичный поток квантов.

Рассматривается геометрия, представленная на рисунке 1.

Излучение с энергией E_0 от источника направляется под углом α и проходит внутрь среды в виде пучка, формируемого коллиматором K_1 . Коллиматор K_1 имеет ширину d и длину канала h . Центральная ось коллиматора K_1 находится в точке C на глубине X_0 . Точкой A обозначается центр коллиматора K_1 .

Рассмотрим единичный элемент в точке G с координатами X_G и Y_G . Пространственная точечная функции эффективности коллиматоров K_1 и K_2 одинаково определяет видимой из точки G поверхностью источника или детектора. Для геометрии рисунка 1 это площадь видимой поверхности равна произведению длины линии l_1 , видимой из точки G на протяженность коллиматора по оси OZ . Примем протяженность коллиматора по оси Z за единицу. Она будет максимальна в диапазоне отклонений от оси на $\pm \frac{d}{2}$ и обращаться в нуль на линии AC_1 и на линии AC_2 . Для построения ПТФЭ рассмотрим рисунок 1. Для ее нахождения рассмотрим геометрию на рисунке 1. Из треугольника ADC можно вычислить длину стороны AC ; расположенную по отношению к оси OX под углом α . Она равна:

$$AC = \sqrt{X_0^2 + Y_0^2}, (1)$$

где X_0 – глубина залегания точки пересечения оси первичного и вторичного коллиматоров; Y_0 – расстояние от центра оси OX до центра коллиматора (т. A).

Так как линия AC расположена под углом α , то треугольник ADC прямоугольный. В этом случае можно записать:

$$AC = \sqrt{X_0^2 + Y_0^2} (2)$$

Зная длину линии AC , можно выразить длину линии EF .

$$EF = AC - \frac{n}{2} (3)$$

Подставляем в формулу 3 получившийся результат в формуле 2 и получаем конечную формулу, для нахождения длины линии EF :

$$EF = \sqrt{X_0^2 + Y_0^2} (4)$$

Для вычисления длины стороны FC , нужно знать $\text{tg}\varphi$. Из треугольника EFC_1 видно, что треугольник равнобедренный, можем вычислить $\text{tg}\varphi$. Получаем выражение:

$$\text{tg}\varphi = \frac{d}{h} (5)$$

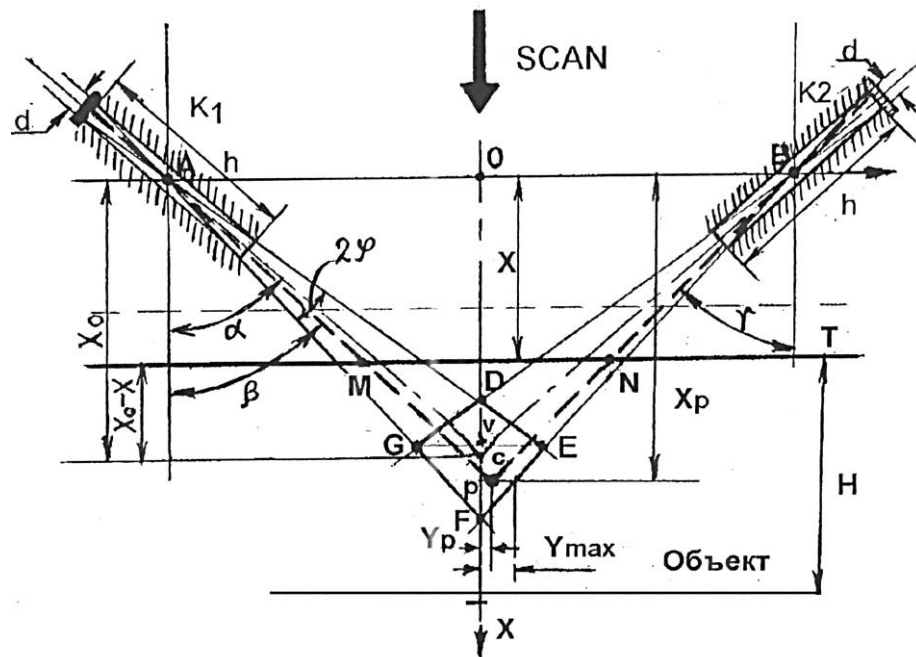


Рис. 1. Геометрия контроля экрано-защитного покрытия.

Зная $\text{tg}\varphi$ и сторону EF, можем найти сторону FC_1 .

$$FC_1 = \text{tg}\varphi \times EF \quad (6)$$

Подставляем формулы 4 и 5 и получаем конечную формулу FC_1 :

$$FC_1 = \frac{d}{n} \times \left(\sqrt{X_0^2 + Y_0^2} - \frac{h}{2} \right) \quad (7)$$

Возьмем произвольную точку G на участке линии FC_1 . Для нахождения ПТФЭ, необходимо рассмотреть треугольник EFG и найти угол β .

Зная, что треугольник EFG прямоугольный можем вычислить угол β :

$$\text{tg}\beta = \frac{GF}{EF} \quad (8)$$

Из данной формулы (8) следует:

$$\beta = \arctg \frac{GF}{\sqrt{X_0^2 + Y_0^2} - \frac{h}{2}} \quad (9)$$

Длина видимой из точки G линии l на активной поверхности детектора можно выразить через d и l_1 , где l_1 – длина линии невидимой поверхности:

$$l = d - l_1 \quad (10)$$

Зная, как найти угол β (9) и длину канала коллиматора h. Можем найти длину l_1 :

$$l_1 = \text{tg} \frac{GF}{EF} \times h \quad (11)$$

Из данной формулы (11) следует:

$$l_1 = \operatorname{tg}(\operatorname{arctg} \frac{GF}{\sqrt{X_0^2 + Y_0^2} - \frac{h}{2}}) \times h \quad (12)$$

$$l_1 = (\frac{GF}{\sqrt{X_0^2 + Y_0^2}} - \frac{h}{2}) \times h \quad (13)$$

Из формулы (10), можем вычислить длину линии l , определяющей площадь видимой поверхности.

$$d = l + (\frac{GF}{\sqrt{X_0^2 + Y_0^2}} - \frac{h}{2}) \times h \quad (14)$$

Из формулы (14) следует:

$$l = d - (\frac{GF}{\sqrt{X_0^2 + Y_0^2}} - \frac{h}{2}), \quad (15)$$

где GF – это расстояние от произвольной точки G до края коллиматора.

Обозначим расстояние до произвольной точки G от оси коллиматора, как $S(X_G; Y_G)$

Для вычисления отрезка S , построим две прямые линии от точки G и от точки F параллельно осям OX и OY их пересечение обозначим точкой Q .

Из данных треугольника FQG можно найти сторону FG_2 (где сторона S), для вычисления стороны FG_1 нужно знать значение сторон QG и FQ .

Для вычисления сторон QG и FQ , рассмотрим их как точки координат OX и OY , зная расположение точки G в координатной плоскости можно вычислить обе стороны:

$$QG = Y_G - Y_Q \quad (16)$$

$$FQ = X_F - X_G \quad (17)$$

Рассмотрим прямоугольный треугольник FQG , зная стороны QG и FQ , можно вычислить сторону S :

$$S = \sqrt{FQ^2 + QG^2} \quad (18)$$

Подставляем формулы 16 и 17 получаем:

$$S = \sqrt{(X_F - X_G)^2 + (Y_G - Y_Q)^2} \quad (19)$$

Для приведения формулы 19 к общему виду нужно вычислить отрезки X_F и Y_A .

Чтобы вычислить отрезок X_F необходимо знать отрезки X_C и I_C . Из рисунка 1 видно, что отрезок X_F можно вычислить:

$$X_F = X_C - I_C \quad (20)$$

Для нахождения отрезка I_C рассмотрим прямоугольный треугольник CIF , зная сторону CF , можем вычислить:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{I_c}{C_F} \quad (21)$$

Из данной формулы (21) следует:

$$IC = CF \times \operatorname{tg} \alpha \quad (22)$$

Подставив формулу 22 в формулу 20 получим:

$$X_F = X_C - \operatorname{tg} \alpha \times CF \quad (23)$$

Для вычисления отрезка Y_A , рассмотрим рисунок 1. Из рисунка видно, что отрезок $Y_Q = PQ$, а отрезок PQ расположен параллельно стороне IF и тоже равен стороне PQ , следовательно

$$YQ = IF \quad (24)$$

Для вычисления стороны IF рассмотрим прямоугольный треугольник CIF , зная сторону CF , можно вычислить:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{IF}{CF} \quad (25)$$

Из данной формулы следует:

$$IF = CF \times \operatorname{tg} \alpha \quad (26)$$

Подставив формулу (26) в формулу (24) получим:

$$YQ = \operatorname{tg} \alpha \times CF \quad (27)$$

Зная все стороны и отрезки можем привести общую формулу отрезки S подставив в формулу 19 формулы 23 и 27, получим:

$$S = (X_C - \operatorname{tg} \alpha \times CF) - X_G)^2 - (Y_G - \operatorname{tg} \alpha \times CF)^2 \quad (28)$$

Список информационных источников

1.Капранов Б.И., Дель В.Д., Красноженов В.П. "Исследование характеристик рассеянного излучения в узких геометриях". Материалы конференции "Молодые ученые и специалисты Томской области в 1. пятилетке". Томск, 1975. - 8с.

2.Капранов Б.И., Великанов В.Е., Глазков В.А. "Радиационная альbedo-толщинометрия покрытий". Материалы конференции "Молодые ученые и специалисты томской области в IX пятилетке". Томск, 1975. -4с.

3.Капранов Б.И., Мякинкова В.А., Шаверин В.А. «Радиоизотопная альbedo-толщинометрия полимерных покрытий на металлической основе». Дефектоскопия, №4, 1986, с. 10-15.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ТОЛЩИНОМЕТРИИ КАРБИДОКРЕМНИЕВОГО ПОКРЫТИЯ

Ловицкий А. А.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

В настоящее время в России и за рубежом активно применяются карбидокремниевые покрытия, обладающие высокой химической инертностью, радиационной стойкостью, однородностью, износостойкостью, механической прочностью и хорошей адгезией к ряду материалов при высоких температурах. Материалы с карбидокремниевым покрытием имеют чрезвычайно важное практическое значение для изготовления деталей авиационной и ракетно-космической техники.

Главная цель работы – исследовать возможность создания метода контроля толщины карбидокремниевого покрытия, наносимого на основание из углерод-углеродного композиционного материала, при условии одностороннего доступа к изделию.

Главная характеристика, обеспечивающая защитные свойства карбидокремниевого покрытия - его толщина.

Основное отличие физических свойств основания и покрытия состоит в разности плотностей. Средняя плотность основания 1.8 г/см^3 , а средняя плотность покрытия 3.2 г/см^3 .

Анализ существующих методов толщинометрии показал, что наиболее объективным методом является радиоизотопная толщинометрия покрытия, основанная на измерении интенсивности потока обратно рассеянного гамма-излучения от комбинации «основа + покрытие».

Задача данной работы состоит в анализе энергетических и пространственных характеристик потока обратно рассеянного излучения, разработка геометрии контроля, позволяющей выделять информацию о верхнем слое изделия, т.е. информацию о толщине покрытия.

Надежное определение толщины карбидокремниевого покрытия на поверхностях материалов и выявление дефектов в приповерхностных слоях методами неразрушающего контроля важны для оценки качества изготавливаемых материалов и изделий, исследования их стойкости к факторам внешних воздействий.

Теоретическим путем была рассчитана интенсивность потока обратно рассеянного излучения от основания. Затем эти данные были использованы для нахождения зависимости интенсивности потока обратно рассеянного излучения в зависимости от конкретной толщины основания. На основании полученных данных был построен график, изображенный на рисунке 1.

Полученный график показывает, что на всех основаниях до толщины покрытия 2 мм с увеличением толщины покрытия интенсивность потока обратно рассеянных квантов растет. При дальнейшем увеличении толщины покрытия происходит инверсия этой зависимости. Покрытие начинает экранировать основание, ослабляя потоки первичных и рассеянных квантов. Это ограничивает диапазон измеряемых толщин по покрытию величиной 2 мм.

Цель эксперимента состояла в том, чтобы исследовать зависимости интенсивности потока обратно рассеянного излучения от толщины покрытия на заданном основании в различных режимах и выбрать режим, обеспечивающий минимальную погрешность измерения при минимальном времени измерения.

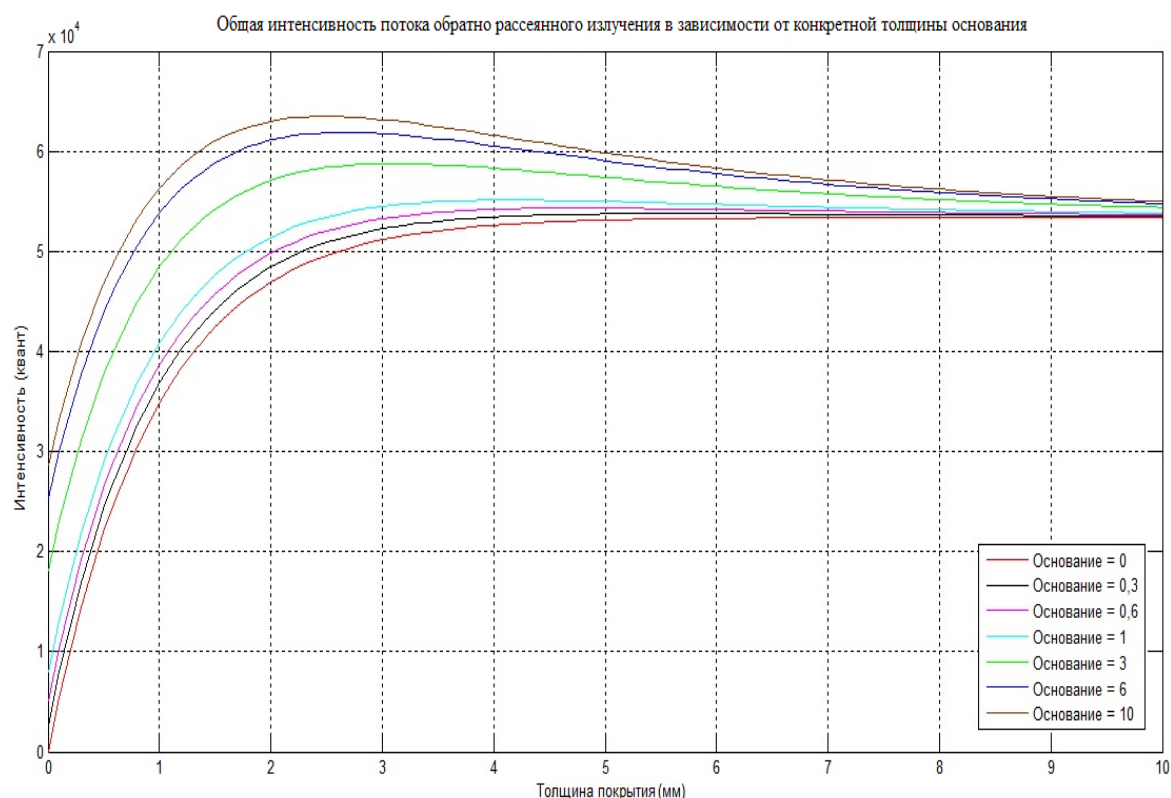


Рис. 1. Общая интенсивность потока обратно рассеянного излучения в зависимости от конкретной толщины основания

Результаты измерений толщины насыщения по основанию для углерод-углеродного композиционного материала отображены в таблице 1.

Полученные данные при анализе сигнала

Таблица 1.

№	0 мм	2 мм	5 мм	8 мм
1	2174 квант	12188 квант	12630 квант	12832 квант
2	2140 квант	11916 квант	12607 квант	12952 квант
3	2159 квант	12174 квант	12422 квант	12688 квант
4	2191 квант	11944 квант	12543 квант	12808 квант
5	2176 квант	12110 квант	12504 квант	12921 квант
6	2210 квант	12118 квант	12701 квант	12882 квант
7	2267 квант	12025 квант	12449 квант	12802 квант
8	2165 квант	11893 квант	12651 квант	12855 квант
9	2190 квант	11973 квант	12555 квант	12547 квант
10	2174 квант	12015 квант	12479 квант	12577 квант
$\bar{n}$	2185 квант	12036 квант	12554 квант	12786 квант
$\sigma = \sqrt{\bar{n}}$	46.7	109.7	112	113
$\delta = \frac{\sigma}{\bar{n}} * 100\%$	2.1%	0.9%	0.9%	0.9%

На основе полученных данных был сделан вывод, что толщина насыщения для углерод-углеродного композиционного материала составляет ~ 4,6 мм.

Был проведен эксперимент и получены данные калибровки для основания.

Также было проведено исследование влияния шероховатости поверхности на погрешность измерения.

Используя полученные данные и собранную информацию был проведен эксперимент по влиянию толщины покрытия на интенсивность обратного гамма-излучения квантов. Частичные результаты данного исследования представлены в таблице 2.

№	Среднее значение толщины покрытия по 10 измерениям, мкм	Среднее значение интенсивности по 10 измерениям, квант
1	0	0
2	50	70000
3	100	150000
4	200	236000
5	300	275000
9	700	373000
13	1400	468000
16	3000	519000
18	4000	521000

Полученные данные были использованы для построения графика, изображенного на рисунке 2, и создания программы, которая выдает значение толщины по вводу значения интенсивности.

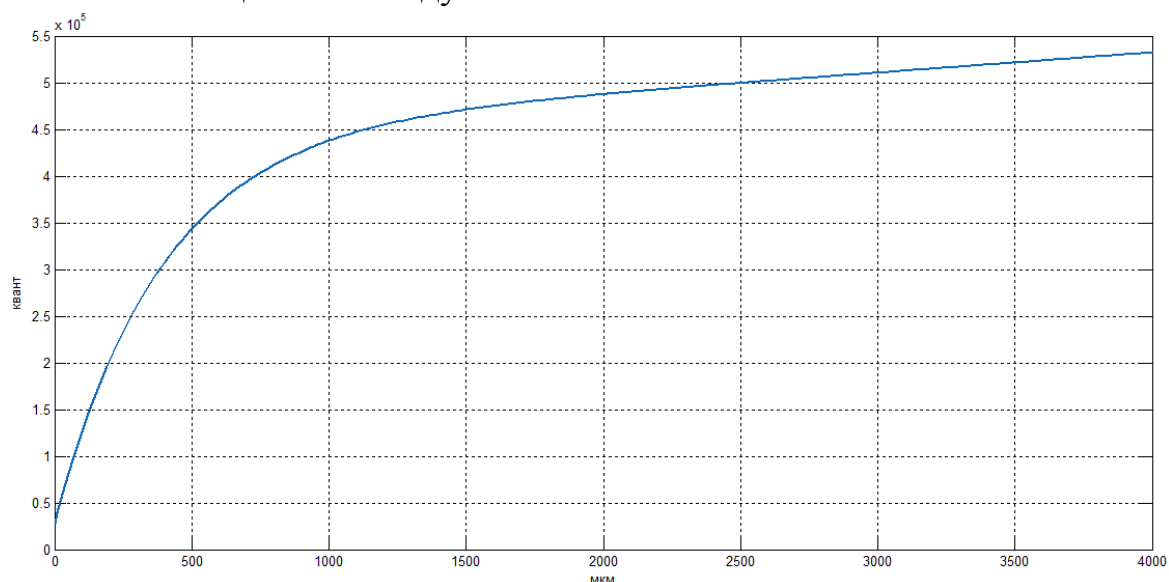


Рис. 2. Градуировочная зависимость интенсивности от толщины покрытия

Таким образом, в ходе работы были исследованы зависимости потока обратно рассеянного излучения от толщины покрытия на заданном основании в различных режимах, был выбран наиболее оптимальный режим для сбора информации с минимальной погрешностью измерения, а также была создана программа для перевода значения интенсивности в значение толщины.

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ ПРИБОРА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ФОРМЫ ВНЕШНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ТРЕХМЕРНОГО ТЕЛА ПРИ ОДНОСТОРОННЕМ ДОСТУПЕ

Мантыков В.Г.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

В данной работе объектом контроля является наконечник из углерод-углеродного композиционного материала (УУКМ), изготовленный из углеродного волокна (УВ), имеющий форму конуса с эллиптической передней поверхностью. Торцевая поверхность плоская. (см. рис. 1, 2).

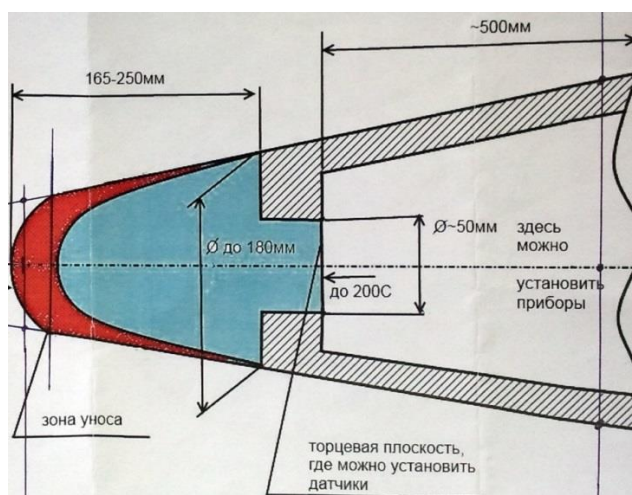


Рис. 1. Схема конусообразной головной части



Рис. 2. Торцевая поверхность наконечника

Устройство, предназначенное для реализации акустического метода контроля формы поверхности наконечника, должно иметь малые габариты и малое энергопотребление, т.к. оно должно встраиваться внутри испытательного образца изделия. Необходимым условием для разрабатываемого устройства является наличие не менее 225 измерительных каналов. В устройстве должны формироваться управляющие сигналы для преобразования поступающих аналоговых сигналов в их цифровой эквивалент с последующей обработкой, расчет конечных результатов и их сохранение в цифровом формате.

Структурная схема устройства приведена на рисунке 3. Согласно этой схеме, устройство состоит из следующих элементов: синхронизатор 1, генератор импульсов возбуждения 2, принимающий/излучающий ПЭП 3, блок усилителей, блок обработки. Каждый канал (блок усилителей) содержит аттенюатор 4, защитную цепь 5, усилитель 6. Блок обработки состоит из: блока формирования временных интервалов 7, аналогового-цифрового преобразователя (АЦП) 8, блока памяти 9, системы опроса и согласования 10.

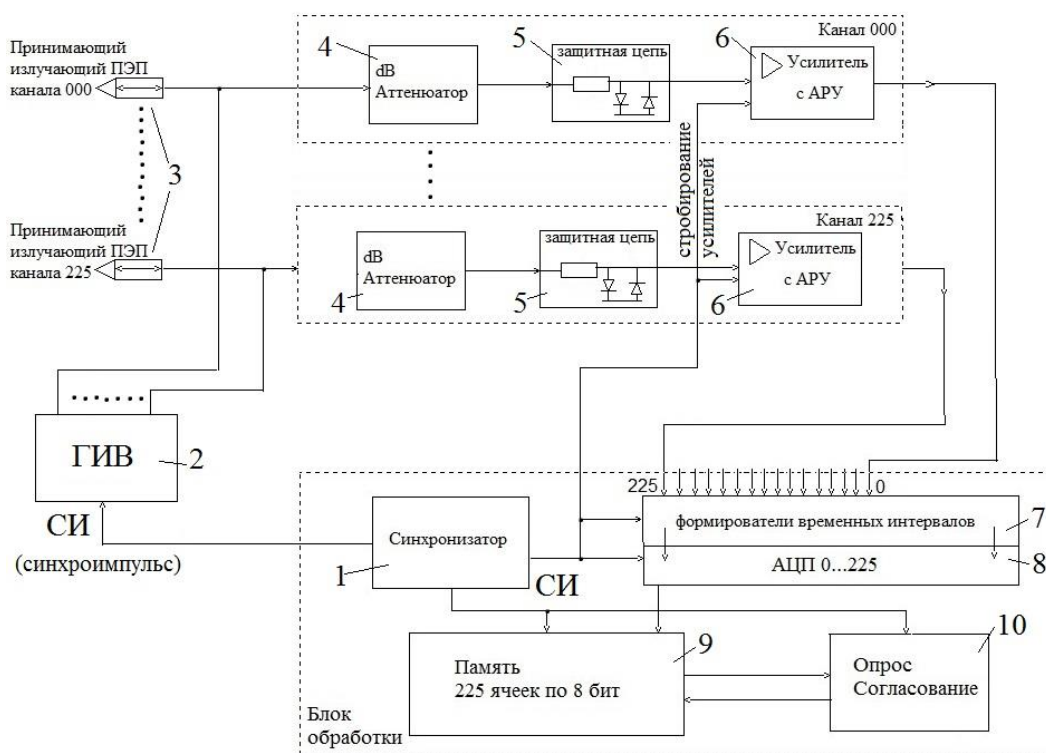


Рис.3. Структурная схема устройства

Временная диаграмма работы устройства приведена на рисунке 5. Синхронизация всех узлов схемы осуществляется синхронизатором 1, генерирующим синхроимпульс (СИ)

длительностью 1мкс и частотой повторения 1кГц. Синхроимпульс запускает генератор импульсов возбуждения (ГИВ) 2. На выходе ГИВ формируется радиоимпульс с частотой 1,25 МГц, содержащий три периода колебаний. Пьезопластинка канала N (от 0 до 225) 3 создает акустический импульс, имеющий во времени такую же форму, как и возбуждающий импульс ГИВ. Акустический импульс распространяется по углеродному волокну до его торца, расположенного на внешней поверхности конуса. На торце происходит рассеяние и отражение. Часть отраженного от торца энергии возвращается на ПЭП, который работает в режиме приема, создавая на выходе эхо-импульс малой амплитуды. Принятые эхо-импульсы во всех 225 каналах поступают на входы приемных трактов.

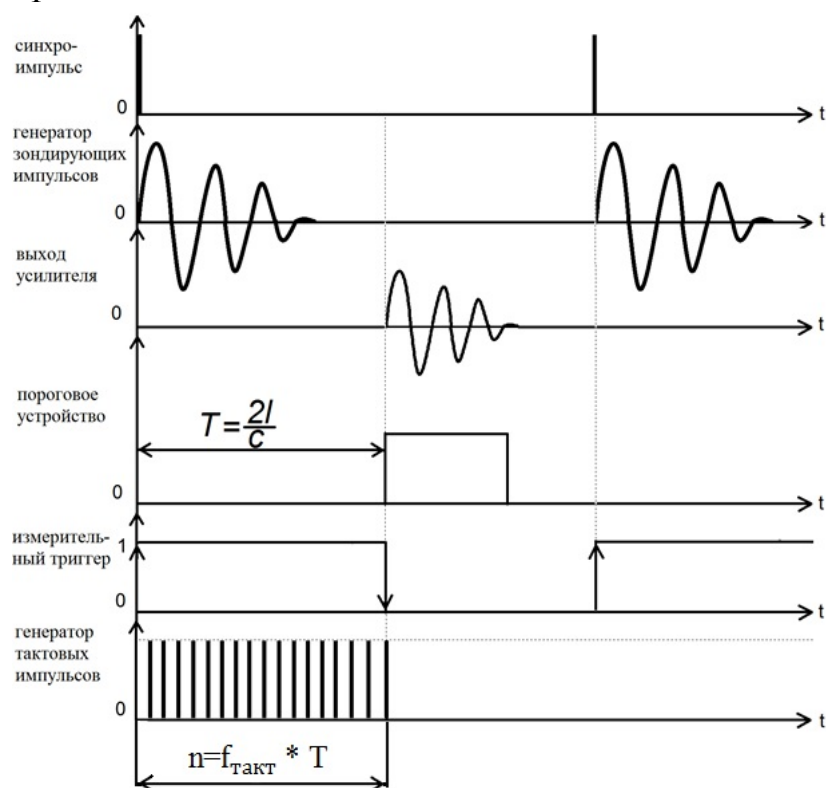


Рис. 5. Временная диаграмма работы устройства

Каждый тракт содержит аттенюатор 4 и защитную цепь 5, обеспечивающие защиту входа усилителя от мощного импульса возбуждения амплитудой 200В. Защитная цепь ограничивает амплитуду сигнала на ее выходе величиной $\pm 0,7\text{В}$ за счет того, что при увеличении амплитуды открывается встречно включенные кремниевые диоды. После этого эхо-импульс поступает на усилитель 6 с автоматической регулировкой усиления. На выходе усилителя 6 формируется радиоимпульс стандартной амплитуды. В момент его прихода

срабатывает пороговое устройство и выдает прямоугольный импульс. Расстояние от момента запуска излучающего ПЭП до момента появления импульса на выходе порогового устройства определяет время движения УЗ импульса по волокну до его внешнего торца и назад:

$$T = 2 \frac{l}{c}, \quad (1)$$

где l – длина волокна от контактной поверхности до наружной поверхности;

c – скорость распространения продольной волны в волокне;

T – время движения УЗ импульса по волокну до его внешнего торца и назад.

Формирование временного интервала (блок 7) осуществляется с помощью измерительного триггера, который устанавливается в единицу синхроимпульсом и возвращается в нуль импульсом от порогового устройства. Для получения цифрового кода, сформированный на выходе измерительного триггера прямоугольный импульс заполняется тактовыми импульсами. Количество импульсов за время T будет равно:

$$n = f_{\text{такт}} * T = f_{\text{такт}} * 2 \frac{l}{c}, \quad (4)$$

где n – количество импульсов;

$f_{\text{такт}}$ – тактовая частота.

Эта пачка импульсов поступает на счетчик, на выходе которого формируется цифровой код длины волокна в каждом канале. Эти операции происходят в блоке АЦП 8. АЦП имеет разрядность не менее 8 бит, так как требуемая точность составляет 1 мм или 1 % от длины волокна, то есть дискретность измерения должна быть не более 0.01. Для этого достаточно 8 двоичных разрядов.

Полученный массив 225 значений, соответствующих длине 225-ти волокон, записывается в 225 ячеек памяти 9 по 8 бит. С помощью системы опроса и согласования 10 информация по радиоканалу передается на приемную станцию на земле. Здесь же производится обработка данных и строится геометрия внешней поверхности конуса.

Список информационных источников

1.Королев М.В. Эхо-импульсные толщиномеры. – М: Машиностроение, 1980. - 9-13с.

2.В.В. Ключев, Неразрушающий контроль и диагностика / Справочник, М., Машиностроение, 2003.

3.Цеслер Л.Б. Малогабаритный ультразвуковой прибор «Кварц-5» для измерения толщины стенки деталей сложной формы. – В книге: Проблемы неразрушающего контроля. – К: Наука, 1973. – 113-117с.

4.Гребенник В.С. Физические основы ультразвуковых методов измерения толщины. – М: Машиностроение, 1968. – 38с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СРАВНЕНИЯ КАЧЕСТВА НАБОРОВ ДЕФЕКТОСКОПИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ КАПИЛЛЯРНОГО КОНТРОЛЯ

Матвиенко К.Г.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Капиллярные методы нашли широкое применение в неразрушающем контроле, при контроле ответственных деталей в авиастроении, судостроении, энергетическом машиностроении, нефтегазовой отрасли.

Дефектоскопические материалы, применяемые в капиллярном контроле, предназначены для заполнения полостей дефектов, выходящих на поверхность, нейтрализации или удаления избытка проникающего вещества с поверхности и извлечения его остатков из дефекта, с целью получения первичной информации о наличии несплошности в объекте контроля. Дефектоскопические материалы, представляют собой комплекты, компонентами каждого из которых являются индикаторный пенетрант, очищающая жидкость и проявитель.

Оценка качества дефектоскопических материалов может производиться по отдельным свойствам. Однако слишком большие временные и технические затраты не находят широкого применения этого метода. Хотя здесь можно выделить метод сравнения качества пенетрантов по их смачивающей способности.

Для определения смачивающей способности пенетранта были проведены исследования на разных материалах: дюралюминий, сталь, фольгированный стеклотекстолит, оргстекло, винипласт. Пенетрант наносился на объект контроля при помощи пипетки, закрепленной на специальном крепежном устройстве и с одной и той же высоты. Замеры производились через 10с, 20с, 30с, 60с, 120с, 180с, 240с после нанесения пенетранта на поверхность контролируемого объекта. В данной работе сравнивались пенетранты фирм SHERWIN и

BYCOTEST. На рисунках.1, 2 приведены результаты растекаемости пенетрантов на дюралюминиевой пластине.

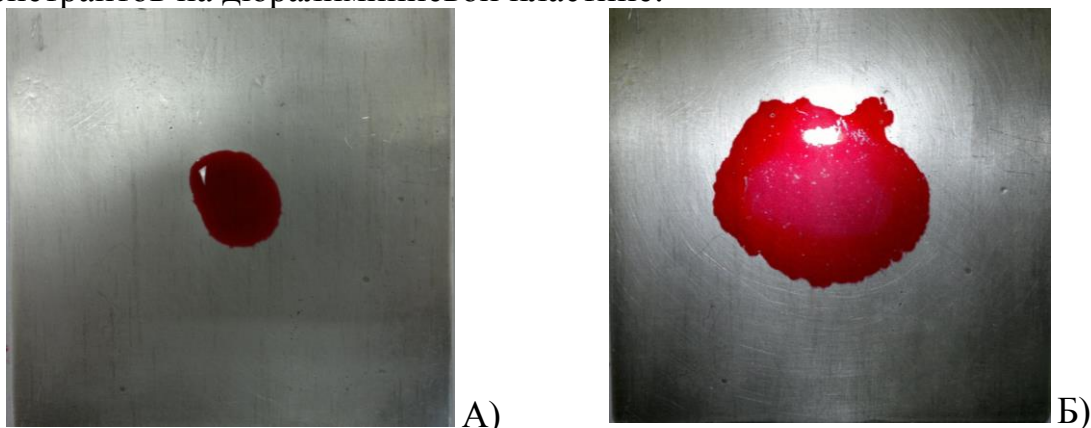


Рис. 1. Размеры пятен пенетрантов на поверхности дюралюминия через 4 минуты после нанесения. А)-пластина обработана пенетрантом SHERWIN DP-51; Б)-пенетрантом BYCOTEST RP20LT

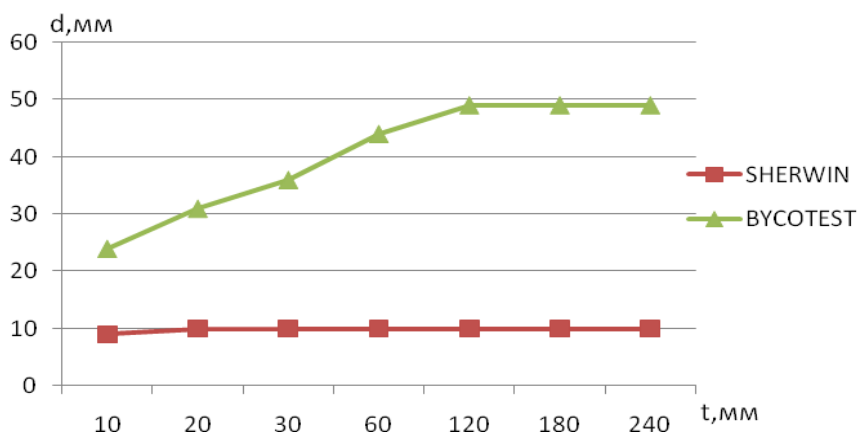


Рис. 2. Зависимость растекаемости пенетрантов от времени на поверхности дюралюминия

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что пенетрант BYCOTEST RP20LT по сравнению с SHERWIN DP-51 является более эффективным, так как обладает лучшей растекаемостью.

Качество дефектоскопических наборов также оценивают по индикаторным следам, с помощью тест-объектов. Тест-объект ASME представляет собой дюраллюминиевую пластину и используется для контроля индикаторной способности двух пенетрантов. Чтобы сравнить пенетранты, нужно разделить тест-панель на две части экраном, после чего отдельно обработать каждую дефектоскопическими наборами.

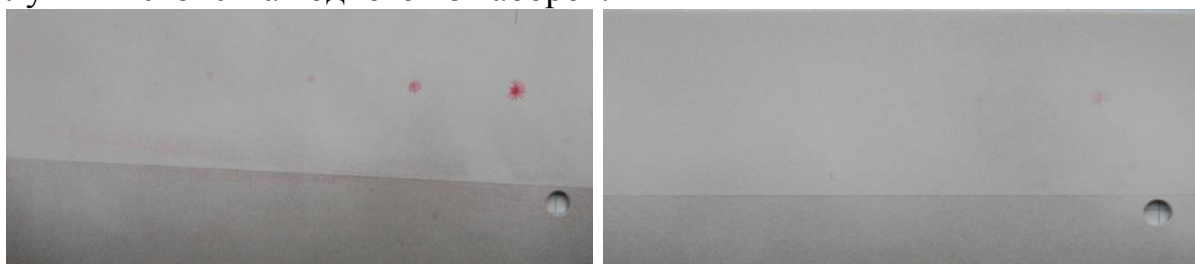


А) BYCOTEST Б) SHERWIN

Рис. 3. Обработанная тест-панель дефектоскопическими наборами

Из рисунка 3 видно, что яркость индикаторного следа пенетранта BYCOTEST лучше, чем у пенетранта SHERWIN.

Пластина Z5 фирмы MAGNAFLUX используется для проверки функционирования всех элементов процесса капиллярного контроля. Стандартный образец выполнен из нержавеющей стали, имеет толщину 1,9 мм и размеры 100x150мм. В зоне хромового покрытия с равным интервалом располагаются пять звездообразных трещин, размеры которых сверху вниз уменьшаются. При поочередном осуществлении технологического процесса двумя дефектоскопическими наборами обнаруженная самая малая звездообразная трещина будет говорить о лучших свойствах одного из наборов.



А) BYCOTEST RP20LT

Б) SHERWIN DP-51

Рис. 4. Тест-панель Z5 А)-обработанная дефектоскопическим набором BYCOTEST, Б)- обработанная дефектоскопическим набором SHERWIN

Список информационных источников

1. Н.П. Калиниченко, И.С. Лобанова, А.Н. Калиниченко. Образцы для испытаний средств капиллярного неразрушающего контроля: учебное пособие/ Томский политехнический университет.– Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 83 с.

2. Ю.А. Глазков. К вопросу оценки смачивающей способности жидкостей для капиллярной дефектоскопии. – Дефектоскопия, 1990, №11, с. 57 – 63.

3. Неразрушающий контроль: Справочник: В 8т./ Под общ. ред. В.В. Клюева. – 2е изд., перераб. и испр. Т.4: В 3кн. Кн. 3: М.В. Филинов Капиллярный контроль. – М.: Машиностроение, 2006. – 736 с.: ил.

РАЗРАБОТКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО МЕТОДА ТОЛЩИНОМЕТРИИ КАРБИДОКРЕМНИЕВОГО ПОКРЫТИЯ

Мирасова Т.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Одной из задач конструирования бортовой электронной аппаратуры является обеспечение эффективного охлаждения транзисторов и микросхем. Метод решения этой задачи состоит в установке нагреваемых элементов на радиатор через электроизоляционную теплопроводящую пасту. Качество такого контактного слоя определяется двумя характеристиками: отсутствие пасты и толщина контактного слоя. В первом случае теплоотвод вообще отсутствует, что приводит к перегреву охлаждаемых элементов. Во втором случае, при увеличении толщины контактного слоя, ухудшается теплоотдача, что приводит к сокращению срока эксплуатации аппаратуры.

В связи с вышеизложенным, возникает необходимость контроля качества теплопроводящего контактного слоя.

Материал контактного слоя - паста кремнийорганическая теплопроводная 131 - 179.

Применяется для отвода тепла от греющих элементов в электронике, радиотехнике и приборостроении. Интервал рабочих температур от минус 60 °С до плюс 180 °С. Коэффициент теплопроводности не менее 1,8 Вт/м·град. Нетоксична, взрывобезопасна[1].

Значительно повышает теплопередачу. Не является диэлектриком, поэтому при необходимости электрического изолирования компонента от радиатора необходимо устанавливать слюдяную прокладку.

Пасты 131-179 представляет собой высоковязкую непрозрачную массу серого цвета [2].

Для проведения эксперимента был изготовлен образец с пластиной толщиной 2 мм в качестве основания и устанавливаемым на нее через теплопроводящую пасту пластину из алюминия толщиной 2 мм с разной толщиной слоя проводящей пасты. Толщина слоя пасты определяется толщиной фольги (рисунок 1).

Измерения проводились с помощью ультразвукового дефектоскопа УСД - 60 с раздельно - совмещенным преобразователем П112 - 5,0 - 12/2 - Б - 028 на 5 МГц (преобразователь из комплекта толщиномера УТ - 93П). Зондирующий импульс содержит три периода колебаний с частотой 5 МГц и в двух положениях преобразователя:

- над местом, где отсутствует паста - «пусто»;
- над местом со слоем пасты - «паста».

Акустический контакт осуществлялся через масло.

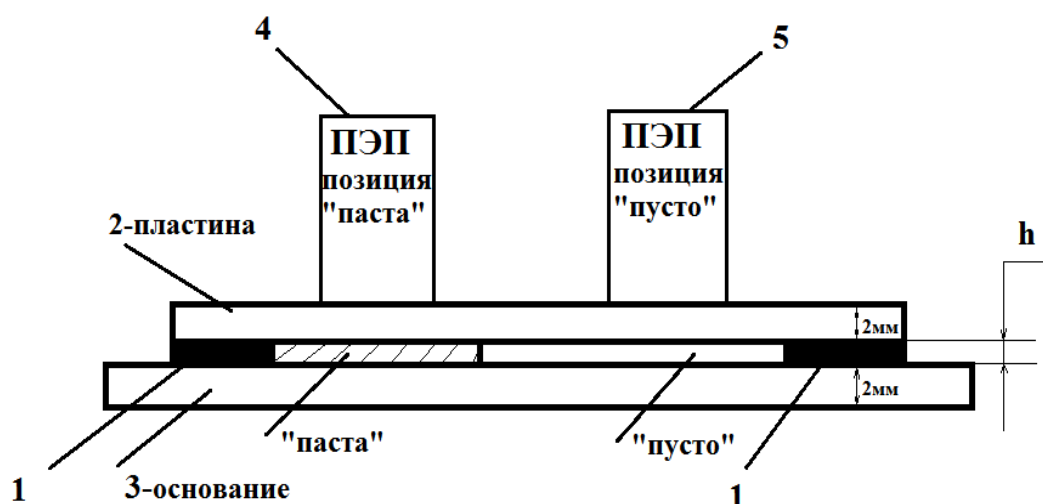


Рис. 1. Конструкция образца, где h – фольга Al толщиной: 100 мкм, 200 мкм, 300 мкм и 500 мкм.

На рисунках полученных данных (показаний дефектоскопа) шкала времени проградуирована шкалой в миллиметрах. Поэтому все значения $T_{рев}$ (период реверберации), $t_{имп}$ (время импульса), $t_{рев}$ (время реверберации) представленные в таблицах, измерены в миллиметрах.

Сняли показания сигнала, полученного с экрана дефектоскопа и вычислили $T_{рев}$ (период реверберации) для мест «паста» и «пусто». Для более точного анализа было проведено по 10 измерений для каждого места. В таблице 2 представлены результаты измерений, также Σ (сумма всех значений) и вычислены $n_{ср.зн.}$ (средние значения).

Из результатов в таблицах 1 и 2 можно сделать вывод, что одним из признаков появления пустоты между верхним и нижним слоями, является уменьшение периода реверберации $T_{рев}$ практически на 50%.

Таблица 1 -Закономерность периода реверберации $T_{рев}$

h , мкм	100	200	300	500
$n_{ср.зн.} T_{рев}$ «паста», мм	1,98	1,84	1,92	2,10
$n_{ср.зн.} T_{рев}$ «пусто», мм	3,90	3,80	3,94	4,02

Таблица 2 - Полученные данные при анализе сигнала

	100 мкм		200 мкм		300 мкм		500 мкм	
№	$T_{рев}$ «паста» », мм	$T_{рев}$ «пусто» », мм	$T_{рев}$ «паста» », мм	$T_{рев}$ «пусто», мм	$T_{рев}$ «паста» », мм	$T_{рев}$ «пусто» », мм	$T_{рев}$ «паста» », мм	$T_{рев}$ «пусто» », мм
1	4	2	4	2	4	1,8	4	2
2	4	2	3,8	2	4	2	4	2
3	4	1,8	3,6	2	3,8	1,8	4	2
4	4	2	3,8	1,8	4	2	4	2
5	4	2	3,8	1,8	3,8	2	4	2
6	4	2	3,6	1,6	4	1,8	4,2	3
7	4	2	3,6	1,4	3,8	1,8	4	2
8	4	2	3,8	1,8	4	2	4	2
9	3	2	4	2	4	2	4	2
10	4	2	4	2	4	2	4	2
Σ	39,00	19,80	38,00	18,40	39,40	19,20	40,20	21,00
$n_{ср.зн.}$	3,90	1,98	3,80	1,84	3,94	1,92	4,02	2,10

Закономерность периода реверберации $T_{рев}$ аналогична поведению $t_{имп}$ времени импульса, и может быть использована для обнаружения пустот между слоями алюминия.

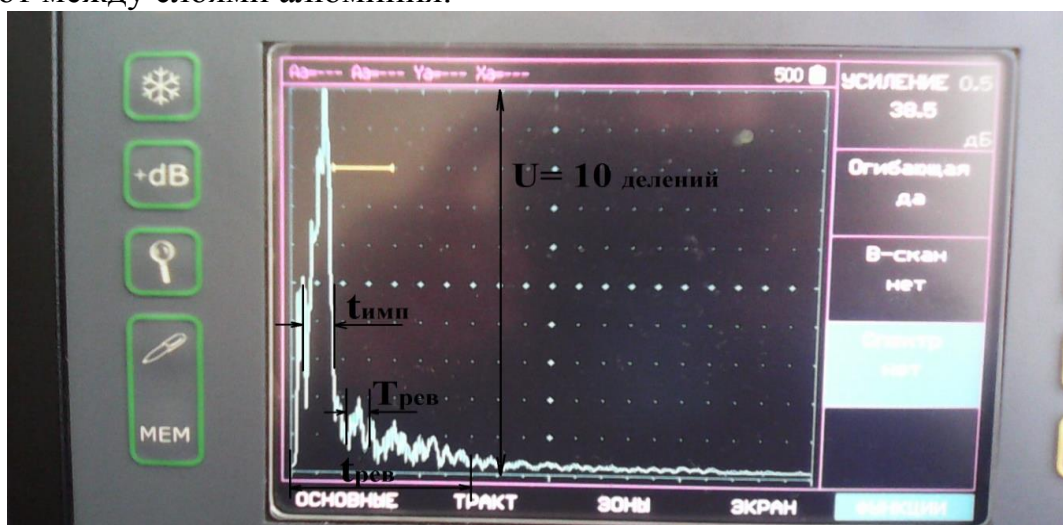


Рис. 2. Показания дефектоскопа: сигнал на месте «пусто» при толщине 100 мкм



Рис. 3. Показания дефектоскопа: сигнал на месте «паста» с толщиной слоя 100 мкм

На рисунках 2 и 3 можно наблюдать примеры показаний дефектоскопа с толщиной контактного слоя 100 мкм.

Дополнительно в работе проанализированы частотные спектры реверберационных колебаний в положениях «паста» и «пусто». Их анализ не позволяет обнаружить явных признаков изменения спектра в зоне непрочлея.

Экспериментальные исследования реверберационного метода с целью его использования для обнаружения пустот в слое теплопроводящей пасты позволяют сделать вывод о возможности его использования для этих целей. Признаками появления пустоты являются:

- 1.увеличение амплитуды первого реверберационного импульса (U) не менее, чем на 29,60%;
- 2.уменьшение длительности первого реверберационного импульса ($t_{имп}$) приблизительно в 2 раза;
- 3.уменьшение периода реверберации ($T_{рев}$) практически на 50%;
- 4.увеличение длительности реверберационного процесса ($t_{рев}$) не менее, чем на 50%.

Список информационных источников

- 1.Первый машиностроительный портал: информационно – поисковая система / ТУ 6-02-1-342-86 .- Режим доступа: <http://www.1bm.ru/techdocs/kgs/tu/542/info/117140/>

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ АНАЛИЗА МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА КОНТРОЛЯ

Моисеенко Е.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

В настоящее время в медицинских и научных исследованиях широко используются компьютерные томографы. С их помощью можно получить поперечное компьютерно-томографическое изображение. Это изображение имеет целый ряд преимуществ, включая возможность его реконструкции в нужной проекции, а также высокую способность к передаче низкоконтрастных объектов, которая у компьютерных томографов значительно выше, чем у других методов построения рентгеновского изображения. Недостатком компьютерных томографов является их дороговизна. Однако, существует возможность получения реконструируемого изображения аналогичного компьютерно-томографическому с помощью программного обеспечения СТ- Analiser.

Программа СТ - Analiser может широко применяться как в медицинских, так и научных целях для исследования различных объектов контроля. Для использования этой программы необходимо при вращении излучателя и приемника (находящихся на противоположных сторонах гантри) вокруг объекта, непрерывно записывать получаемое изображение на память ЭВМ. Далее с ее помощью, путем применения специальных алгоритмов можно получить изображение аналогичное тому, которое получают с помощью компьютерных томографов. Здесь встает задача запуска и остановки программного обеспечения, захватывающего видеопоследовательность при достижении гантри симулятора определенных углов поворота. Решение этой задачи и является целью данной работы.

Разнообразные области применения компьютерной томографии определили значительное число вариантов построения ее алгоритмического обеспечения. Поэтому разработка методики, которая способна исследовать объекты с размерами, превышающими угол проникающего излучения томографа, является актуальной.

СТ- Analiser - программа для отображения, анализа и 3D моделирования данных рентгеновской сорбции в материале образца.

Важность и применение разработки методики создания 3D моделей обусловлена большой потребностью в анализе морфометрических параметров, как в медицине, так и в научных исследованиях.

Благодаря обработке результатов анализа морфометрических признаков можно делать выводы о структуре, параметрах и размерах объекта контроля. СТ- Analiser измеряет и выводит параметры 3d морфометрии индивидуально для каждого дискретного бинарного объекта в выбранном объеме интереса текущего набора данных.

Список информационных источников

1. Коновалов А.Н., Корниенко В.Н. Компьютерная томография в нейрохирургической клинике. М.: Медицина, 1988. - 346 с.

СВЧ ВЛАГОМЕТРИЯ НЕФТИ

Овсянникова Н.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Вода является обязательным компонентом нефти. В зависимости от месторождения, сырая нефть имеет различное влагосодержание. Необходимость измерения и контроля влажности в нефти вызвана опасностью коррозии деталей и агрегатов, служащих для переработки топлива, а также резервуаров, предназначенных для хранения нефти [1].

Существует множество способов измерения влагосодержания. Методы измерения влажности принято делить на прямые и косвенные. В прямых методах производится деление на сухое вещество и влагу. В косвенных методах измеряется величина, функционально связанная с влажностью материала. Косвенные методы требуют предварительной калибровки для установления зависимости между измеряемой величиной и влажностью материала. К косвенным методам измерения влагосодержания относятся СВЧ методы, которые делятся на [1]:

1. Метод свободного пространства – исследуемый материал помещается между двумя антеннами.

2. Резонаторные методы – исследуемый материал помещается в резонатор.

3. Волноводные методы – исследуемый материал помещается в волновод.

4. Зондовые методы – зонд погружают в исследуемый материал.

В представленной работе используется косвенный метод определения влажности материала – диэлькометрический метод в СВЧ диапазоне, а именно – метод свободного пространства. Выбор данного метода определяется бесконтактностью, быстротой, простотой и дешевизной установки.

Метод свободного пространства основан на измерении ослабления электромагнитной волны, прошедшей через влажный материал. Молекула воды является «естественным» диполем, поэтому под действием переменного электромагнитного поля, молекула начинает колебаться, поворачиваясь вдоль силовых линий, это приводит к ослаблению электромагнитного импульса [2]. Таким образом, ослабление зависит от влажности материала и выражается формулой:

$$N = 8,68 * \alpha_w * W * \rho * k * D + |Г|,$$

где α_w – коэффициент затухания воды, дБ/м; W – влажность; D – толщина исследуемого материала, м; ρ – плотность влажного материала, кг/м³; $|Г|$ – модуль коэффициента отражения на разделе границ «материал-воздух» [3].

Предварительно использовался волноводный метод для измерения ослабления СВЧ сигнала. С помощью панорамного измерителя КСВН и ослабления Р2-56 была построена зависимость ослабления СВЧ сигнала от влажности нефти плотностью 0,8959 г/см³ в диапазоне (1÷20)% на рабочей частоте $f = 2,45$ ГГц. Стандартные образцы приготавливались добавлением воды в обезвоженную нефть в процентном соотношении 1%, 5%, 10%, 10%, 20%. Например, для приготовления 200 мл 10% эмульсии вода-нефть было использовано 20 мл воды и 180 мл нефти. После добавление воды в нефть происходило смешивание компонентов до однородного состава в ультразвуковой ванне. Данная зависимость приведена на рис. 1.

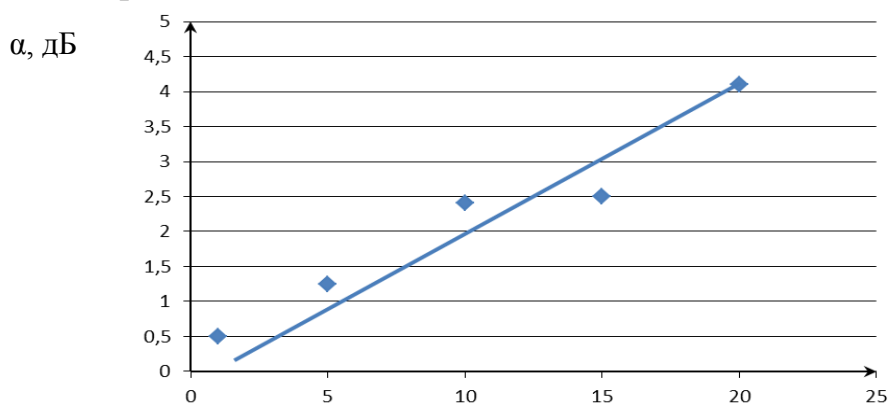


Рис. 1. Зависимость ослабления электромагнитной волны в водонефтяной эмульсии от концентрации влажности

Для реализации метода свободного пространства была собрана схема (рис.2):

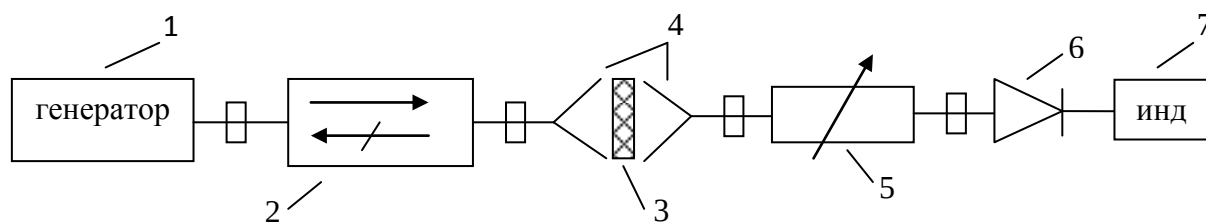


Рис. 2. Схема влагомера нефти: 1 – генератор, 2 – вентиль, 3 – объект контроля (ОК), 4 – передающая и приемная антенны, 5 – измерительный аттенюатор, 6 – детектор, 7 – индикатор.

Принцип работы схемы: перед началом измерений с помощью измерительного аттенюатора 5 выставляется определенное значение на индикаторе. После этого в пространство между антеннами помещается исследуемый объект 3. Величина сигнала, пропорциональная мощности на выходе приемной антенны уменьшается. С помощью аттенюатора 5 устанавливается значения сигнала на индикаторе, соответствующее сигналу в отсутствии объекта. По шкале аттенюатора определяется значение ослабления в дБ.

На рабочей частоте ($f = 2,45$ ГГц) по схеме (рис. 2) были проведены измерения ослабления для образца нефти плотностью $0,8959 \text{ г/см}^3$ и влажностью 20%. Расстояние между антеннами бралось 265 мм. Нефть помещалась в радиопрозрачный сосуд. Величина ослабления составила 3,7 дБ, что соответствует 20% влажности по градуировочной прямой (рис.1).

Заключение

Одной из актуальных проблем является точное и быстрое определение влажности сырой нефти. В данной работе для измерения влажности сырой нефти был предложен метод свободного пространства. Проведенные эксперименты подтвердили достаточно высокие потенциальные возможности данного метода.

Список информационных источников

1. Берлинер М.А. Измерение влажности. – М.: Энергия, 1973. – 400 с.
2. Бензарь В.К. Техника СВЧ-влагометрии. – Минск: Высшая школа, 1974. – 352 с.
3. Кричевский Е.С., Волченко А.Г. Контроль влажности твердых и сыпучих материалов. – М.: Энергоамиздат, 1980. – 160 с.

ИССЛЕДОВАНИЯ МЕХАНОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛАХ

Павлюк Р.П.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Фурса Т.В., д.т.н., в. н. с. Проблемной
научно-исследовательской лаборатории электроники, диэлектриков и
полупроводников*

В настоящее время невозможно найти технических, транспортных, строительных конструкций, в котором не было бы примера использования композиционных материалов. Веское подтверждение такому прогрессирующему процессу - ежегодно увеличивающееся потребление стекловолокна в гражданском производстве.

Стеклопластики применяются во многих областях народного хозяйства и технических отраслей. Механическая прочность, хороший коэффициент светопропускания, способность окрашиваться в любой цвет требуемой интенсивности и другие технические характеристики позволяет использовать стеклопластики в строительстве в виде плоских и гофрированных листов, рулонных материалов, многослойных панелей и фонарей. Для хранения химических продуктов применяют стеклопластики, стойкие к коррозии, которые оказались намного экономичнее нержавеющей стали.

В электротехнике стеклопластики используют в качестве электроизоляционных и конструкционных материалов, а также для изделий при изготовлении высоковольтных выключателей, панелей, деталей, электрических машин, корпусов приборов и т.д. Широкое применение нашли стеклопластики в авиационной промышленности и ракетно-космической технике, где используются их высокая удельная прочность, стойкость к вибрационным нагрузкам, а также к кратковременному действию высоких температур.

Коррозионная стойкость, антимагнитные свойства и технологичность определили использование стеклопластиков в судостроении в производстве лодок и катеров, а также речных и морских судов со значительным водоизмещением, глубоководных аппаратов и тому подобное. В химической, нефтяной и горнодобывающей отраслях нашли применение стеклопластиковые трубы и емкости из стеклопластиков для транспортировки и хранения

агрессивных жидкостей и шахтного водоотлива, а также вентиляционные системы для отвода паров и газов [1].

Таким образом, стеклопластики имеют широкое распространение в производстве, в том числе в авиастроении и в производстве строительных материалов, что накладывает на их качество определенные требования. Поэтому детали, сделанные из стеклопластиков, необходимо контролировать и проверять на наличие пор, трещин и прочих дефектов.

Для контроля полимерных композитных материалов применяют акустические, тепловые, электрические и другие методы неразрушающего контроля. Основными из них (по числу решаемых задач), на данный момент, являются ультразвуковые методы [2].

Одним из перспективных направлений в данной области являются механоэлектрические преобразования [3-5]. В данной статье будут рассмотрены эксперименты, посвященные изучению механоэлектрических преобразований в композиционных полимерных материалах.

Экспериментальные исследования проводились с помощью лабораторного программно-аппаратного комплекса, позволяющего производить импульсное механическое возбуждение образцов и регистрацию электрического отклика на произведенное воздействие. Импульсное механическое возбуждение образцов производится с помощью электромеханического ударного устройства с нормированной силой удара. Для регистрации электрического отклика, возникающего при упругом ударном возбуждении образцов, используется дифференциальный электрический датчик. Электрический измерительный приемник расположен на расстоянии 2mm от поверхности образца, тем самым созданы условия для бесконтактного приема. Сигналы с электрического датчика регистрируются с помощью многофункциональной платы ввода-вывода "NI PCI-6251", совмещенной с ЭВМ, позволяющей осуществлять оцифровку временной реализации электрического сигнала.

Для проведения исследований были использованы сделанные из эпоксидной смолы и армированные стеклотканью образцы размером $200 \times 100 \times 10$ mm.

На первом этапе исследований, чтобы исключить влияние структурных неоднородностей на параметры электрического отклика, были проведены исследования на полимерном объекте без армирующей стеклоткани. Электромеханическое ударное устройство в процессе эксперимента располагалось в центре образца. Всего, для каждого из четырех образцов с разным количеством армирующей стеклоткани (от

нуля до трёх слоёв), было проведено 20 измерений (по 10 измерений с каждой стороны, 5 из которых были выполнены в одном направлении, а 5 - в противоположном).

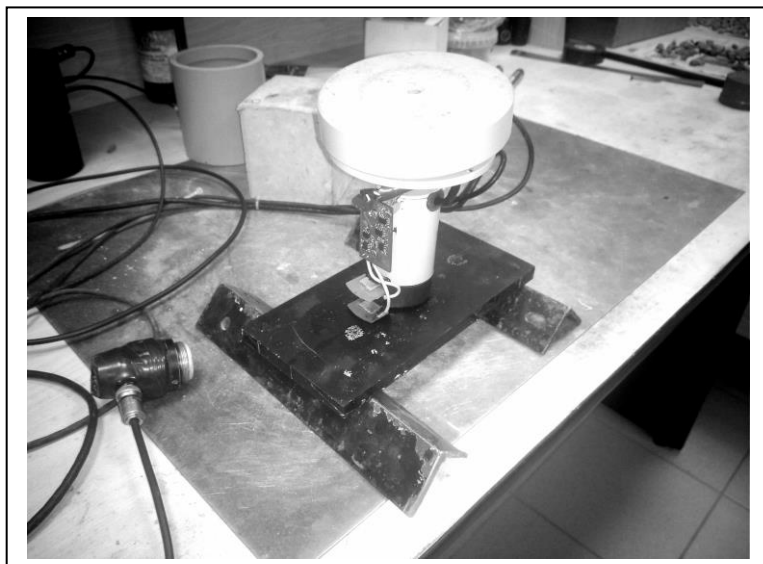


Рис. 1. Фотография, иллюстрирующая данный эксперимент

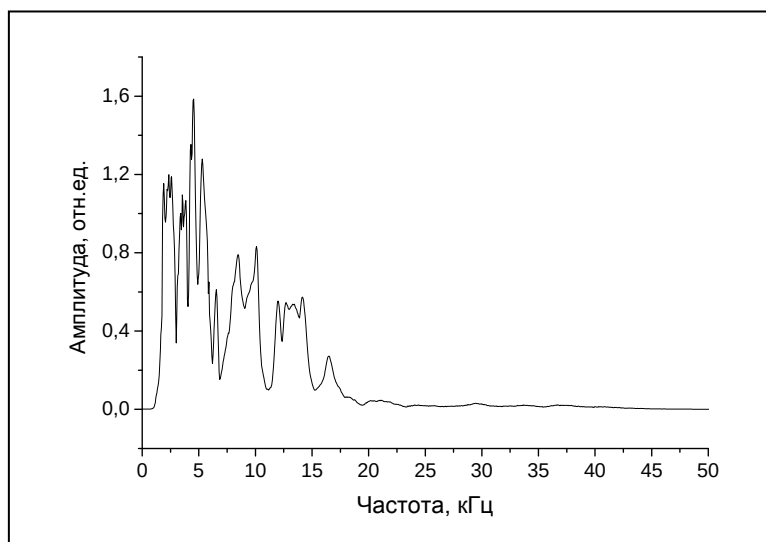


Рис. 2а. Амплитудно-частотная характеристика образца без слоя стеклоткани

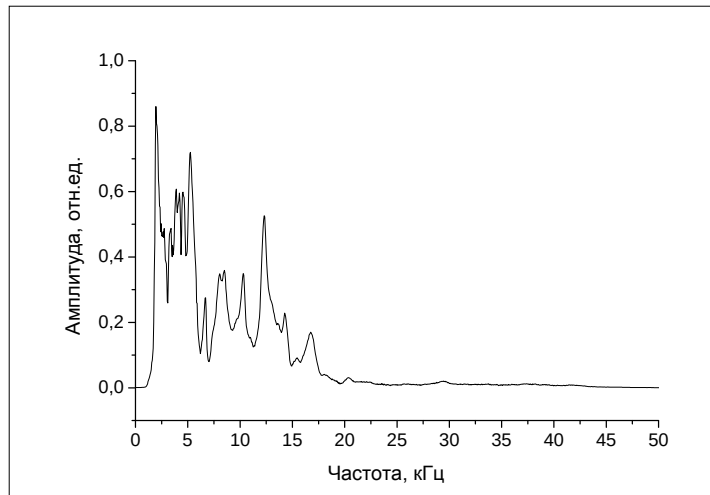


Рис. 2б. Амплитудно-частотная характеристика образца с одним слоем стеклоткани

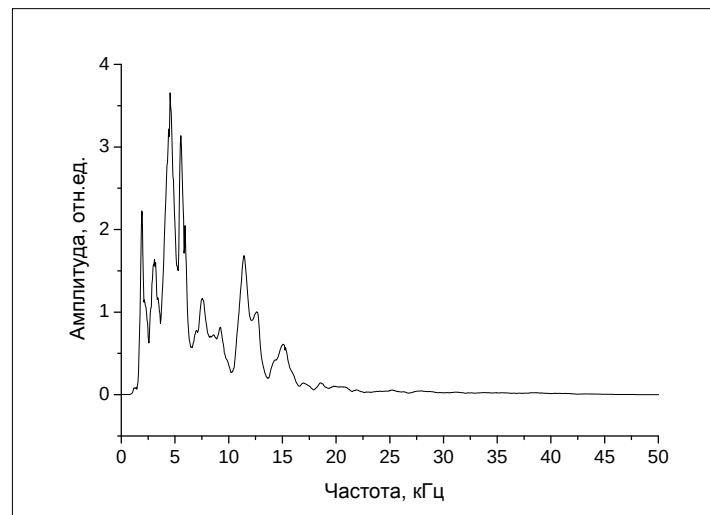


Рис. 2в. Амплитудно-частотная характеристика образца с двумя слоями стеклоткани

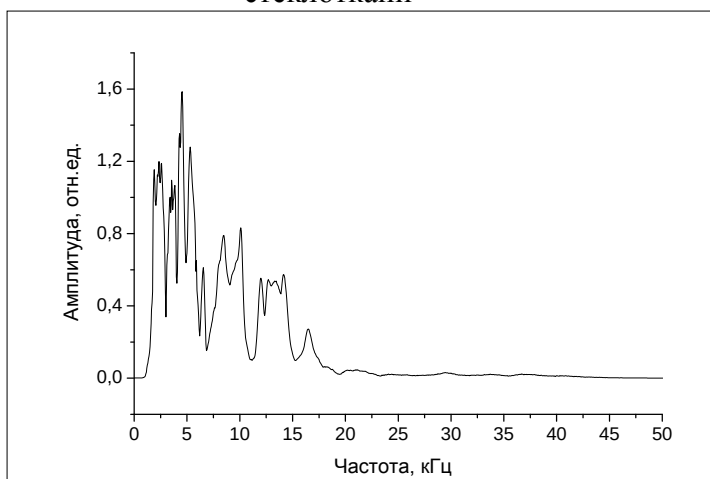


Рис. 2г. Амплитудно-частотная характеристика образца с тремя слоями стеклоткани

На рис. 2 приведены спектры сигналов, зарегистрированные из полимерных образцов в процессе увеличения количества слоев армирующей стеклоткани. Чтобы не загромождать график, на нем приведены усредненные спектры для каждого образца.

Электрический отклик может являться следствием нескольких причин.

Одним из возможных механизмов появления электромагнитного сигнала в диэлектрических материалах может быть механизм, связанный с возбуждением поверхностного электростатического заряда упругой волной. В момент возбуждения акустической волны, возникают волны напряжений. Такие волны, выходя на поверхность материала, могут возбуждать колебания электростатических зарядов, всегда имеющихся в той или иной мере на поверхности высокоомных диэлектриков. Колебания этих зарядов должны сопровождаться электромагнитным излучением.

В качестве возможного механизма появления электромагнитных сигналов в диэлектриках можно выделить явление, заключающееся в том, что при действии импульсной механической нагрузки по всему объему материала распространяется волна смещения, которая воздействует на границы раздела фаз или разного рода неоднородностей. Неоднородности или границы раздела фаз являются зонами, где наиболее резко выражены градиенты перемещений, деформаций и напряжений. Кроме того, на этих границах возникают двойные электрические слои, образование которых обусловлено накоплением и разделением зарядов разного знака. Движение зарядов этих слоев в поле акустических колебаний, возникающих при деформировании материала, приводит к появлению переменного электрического поля.

Обработка полученных экспериментальных данных осуществлялась с помощью специальной программы в среде программирования LabView. Были проведены два сравнительных анализа.

В первом случае были найдены центры тяжести спектров для каждого образца. Данные позволяют сделать вывод, что увеличение количества слоев стеклоткани в объекте смещает спектр в область более низких частот.

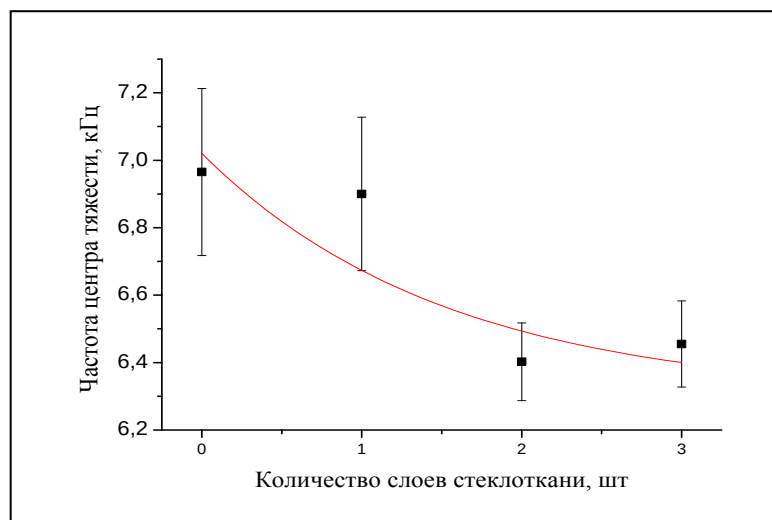


Рис. 3. Зависимость центра тяжести спектра сигнала из образцов от количества слоев стеклоткани

Во втором случае был рассчитан усредненный спектр для первого образца (без стеклоткани). Данный спектр был принят за эталонный. Далее, спектры каждого отдельного измерения для всех образцов (включая образец, не содержащий стеклоткани), сравнивались с эталонным спектром. Для анализа различий между спектрами разных образцов был вычислен коэффициент корреляции исследуемого спектра относительно эталонного спектра. Ниже приведен график, иллюстрирующий зависимость коэффициента корреляции спектра от количества слоев стеклоткани в объекте.

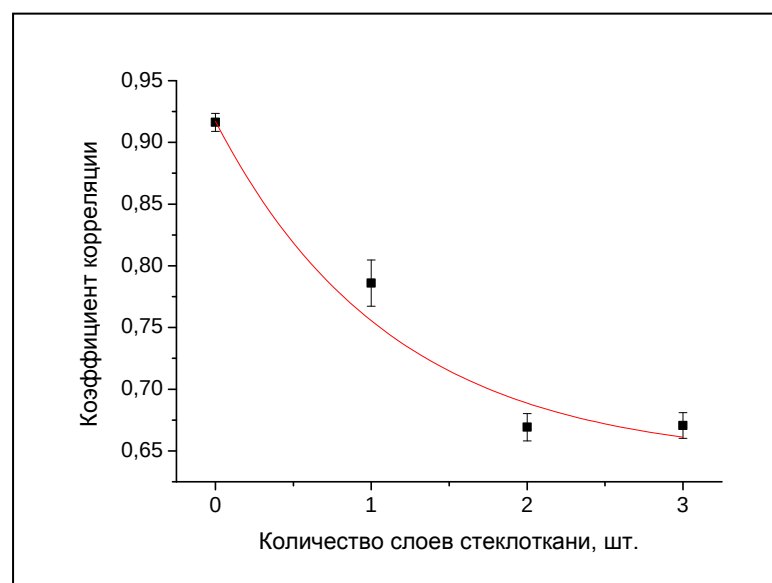


Рис. 4. Зависимость коэффициента корреляции от количества слоев стеклоткани

Как видно из графика, существует экспоненциальная зависимость коэффициента корреляции (K) от количества слоев (N) в объекте контроля. С помощью специальной программы в среде программирования Origin была найдена эта зависимость:

$$K = 0.64 + 0.27e^{(-0.89N)},$$

коэффициент детерминации составляет 0.99.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что, сравнивая спектры исследуемого объекта со спектром эталонного образца, можно судить о наличии или отсутствии в контролируемом полимерном образце армирующих слоев стеклоткани, а также судить об их количестве.

Список информационных источников

1. А. В. Суханов, А. В. Асеев, В. И. Сисаури Полимерные композиты - перспективные строительные материалы XXI века // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века : Информ. науч.-техн. журн. - 2003. - N12. - С. 20-22.

2. В.В. Мурашов Диагностика стеклопластиков в деталях и конструкциях неразрушающими методами // Glass Russia : Информ. науч.-техн. журн. – 2011. – специальный выпуск.

3. Т.В.Фурса, К.Ю. Осипов, Д.Д.Данн Неразрушающий контроль строительных материалов по параметрам электрического сигнала при акустическом воздействии: монография – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2013. – 176 с.

4. Т.В. Фурса, Д.Д. Данн, А.А. Демихова Исследование влияния концентрации поверхностных трещин в бетоне и их ориентации на параметры электрического сигнала при импульсном механическом воздействии // Журнал технической физики. - 2014, том 84, вып. 12

5. Суржиков А.П., Фурса Т.В. Механоэлектрические преобразования при упругом ударном возбуждении композиционных диэлектрических материалов.- ЖТФ, 2008, т. 78, вып.4, с. 71-76.

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИХ ДОКУМЕНТОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ БЕТОНА

Петров М.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Фурса Т.В., д.т.н., в. н. с. Проблемной научно-исследовательской лаборатории электроники, диэлектриков и полупроводников

В настоящее время бетон является широко распространенным строительным материалом, использующимся в инженерных сооружениях, которые в свою очередь должны быть безопасными и надежными. Для обеспечения безопасности данных сооружений необходимо осуществлять мониторинг технического состояния. Одним из таких методов мониторинга является неразрушающий метод контроля дефектности и прочности бетона по параметрам электрического отклика на упругое ударное воздействие. Поскольку данный метод находится в состоянии разработки, для него необходимо создать регламентирующий документ, соблюдение которого позволит с большой точностью определить техническое состояние бетона и тем самым обеспечить соблюдение требований Федерального закона ФЗ-384 «Технический регламент безопасности зданий и сооружений», в том числе:

- СНиП 52-01 «Бетонные и железобетонные конструкции»;
- СНиП 2.03.04 «Бетонные и железобетонные конструкции, предназначенные для работы в условиях воздействия повышенных и высоких температур»;
- СНиП 2.03.11 «Защита строительных конструкций от коррозии»;
- СНиП 3.03.01 «Несущие и ограждающие конструкции» и др.

Согласно ГОСТ 16504 – 81 «Испытания и контроль качества продукции» метод неразрушающего контроля – это метод контроля, при котором не должна быть нарушена пригодность объекта к применению [1].

На ранних стадиях производства продукции методами неразрушающего контроля могут быть обнаружены поры, трещины, несплошности, раковины, различие толщины изделия на разных его участках. У объектов, находящихся в эксплуатации проверяют материал на усталость, степень повреждения коррозией, несплошностей, неоднородностей и др.

Использование методов неразрушающего контроля позволяет:

- определять качество изделия;

- предотвращать аварийные ситуации и несчастные случаи, связанные с дефектами продукции;
- повысить безопасность жизнедеятельности;
- определить наилучшее конструктивное и технологическое решение
- повысить экономическую выгоду.

Контроль прочности бетона может осуществляться одним из следующих методов [2]:

1. Методом стандартных образцов.
2. Методом, предполагающим использование кернов, которые были выбурены из конструкции.
3. Методами неразрушающего контроля:
 - визуальным;
 - тепловым;
 - механическим;
 - акустическим.

Следует отметить, что универсальных методов контроля бетона не существует, каждый из них имеет свои достоинства и недостатки.

К недостаткам вышеперечисленные методы неразрушающего контроля относятся:

- недостаточная точность обнаружения дефектов;
- чувствительность к расположению трещин;
- большая погрешность определения координат дефектов в изделиях из бетона;
- высокое затухание ультразвуковых волн в бетоне;
- длительный процесс подготовки перед проведением контроля.

Проблемная научно-исследовательская лаборатория электроники, диэлектриков и полупроводников на протяжении нескольких лет занимается разработкой неразрушающего метода контроля дефектности и прочности бетона по параметрам электрического отклика на упругое ударное воздействие.

Для решения задачи определения прочности бетона разрабатывается метод, основанный на использовании явления механоэлектрических преобразований [3]. Данный метод основан на связи между параметрами электрического отклика бетона и его прочностью.

Для разработки регламентирующего документа неразрушающего метода контроля дефектности и прочности бетона по параметрам электрического отклика на упругое ударное воздействие были изучены следующие регламентирующие документы:

- ГОСТ 10180-2012. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.
- ГОСТ 28570-90 Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобраным из конструкции.
- ГОСТ 22690-88. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля.
- ГОСТ 18105-2010 Бетоны. Правила контроля и оценки прочности.
- ГОСТ 10181-2000 Смеси бетонные. Методы испытаний.
- ГОСТ Р 1.4-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения.
- СТО 36554501-009-2007 Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности.

На основании изученных регламентирующих документов был разработан стандарт организации для неразрушающего метода контроля дефектности и прочности бетона по параметрам электрического отклика на упругое ударное воздействие.

Список информационных источников

1. ГОСТ 16504 – 81 «Испытания и контроль качества продукции».
2. ГСИ [Электронный ресурс] / Методика и техника для контроля прочности бетонов и других искусственных каменных материалов – Режим доступа: <http://www.gsi.ru/art.php?id=87>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз.рус. (дата обращения 06. 10. 2014).
3. Фурса Т.В., Данн Д.Д. Механоэлектрические преобразования в гетерогенных материалах, содержащих пьезоэлектрические включения // ЖТФ, 2011, том.81, вып.8, С. 53-58.

РОЛЬ ПЕРСОНАЛА В ДОСТИЖЕНИИ ОРГАНИЗАЦИЕЙ УСТОЙЧИВОГО УСПЕХА

Петрова А.Б.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Для успешного ведения бизнеса предприятию необходим высококвалифицированный персонал, обладающий знаниями, навыками и умениями в различных отраслях деятельности. Именно поэтому

проблема управления персоналом занимает центральное место в кадровой политике предприятий.

Однако наличие высококвалифицированного персонала и грамотно управляющего руководства не является гарантом процветания предприятия. Необходима отлаженная система управления, которая позволит наладить эффективное взаимодействие между персоналом и руководством и установить показатели ответственности, направленные на достижение общих целей предприятия.

Очень важно использовать систему показателей, которые четко показывают сотрудникам цели их работы и возможности достижения этих целей [1]. Наиболее распространенными показателями являются финансовые, к которым можно отнести прибыль и рентабельность. Однако для достижения устойчивого успеха предприятия необходимо учитывать и нефинансовые аспекты, такие как лояльность и качество обслуживания клиентов.

Достижение целей предприятия возможно лишь в том случае, когда разработана система управления персоналом, и разработаны мероприятия, ориентированные как на персонал, так и на достижение целей.

Система управления персоналом представляет собой упорядоченную совокупность методов, приемов и технологий организации работы с персоналом, отличающуюся автономными функциональными действиями, направленными на достижение общей цели предприятия.

Система управления персоналом на предприятии состоит из комплекса подсистем, таких как [2]:

- планирование и маркетинг;
- управление развитием персонала;
- обеспечение нормальных условий труда;
- управление мотивацией поведения персонала;
- управление трудовыми отношениями;
- управление подбором и учетом персонала.

Из вышеперечисленного комплекса можно выделить подсистему управления мотивацией поведения персонала, как одну из наиболее значимых. Поскольку эффективность работы предприятия во многом зависит от способности руководителя с помощью управленческих приемов и методов оказывать влияние на коллектив в целом или на его отдельных членов.

От способности руководителя применять в определенных ситуациях те или иные методы воздействия на коллектив зависят многие показатели деятельности предприятия: производительность

труда, качество выполняемых работ, взаимоотношения в коллективе, конфликтность, а также другие, связанные как с производственной деятельностью предприятия, так и с установлением определенного социально-психологического климата в коллективе.

Неэффективная система мотивации может вызвать у работников неудовлетворенность, что всегда влечет к снижению производительности труда. С другой стороны, эффективная система стимулирует производительность персонала, повышает эффективность человеческих ресурсов, обеспечивает достижение всего комплекса целей системы [3].

Для создания организационно эффективной компании с прозрачной системой корпоративного управления, предоставляющей возможности для максимального раскрытия потенциала работников необходимо создать систему управления персоналом, включающую в себя комплекс мероприятий, направленный на содействие достижению целей компании:

- формирование и совершенствование организационно-управленческой структуры путем привлечения на работу в Компанию «лучших из лучших» и обеспечение эффективного использования их возможностей и потенциала;
- рациональное распределение и пересмотр функций работников через обучение, развитие и планирование кадрового потенциала;
- создание эффективной системы общего вознаграждения и мотивации персонала, имеющей в своём составе набор социальных льгот и гарантий для реализации проектов;
- повышение результативности работы на всех уровнях через совершенствование процессов всех уровней;
- построение эффективной и динамичной организации, ее непрерывное развитие.

В рамках магистерской диссертации был разработан комплекс мероприятий по усовершенствованию системы управлением персоналом предприятия электроэнергетической отрасли, включающий 5 групп:

1. Мероприятия по привлечению, отбору и реализации потенциала персонала, направленные на формирование и совершенствование организационно-управленческой структуры путем привлечения на работу в организацию талантливых, высококвалифицированных кадров и обеспечение эффективного использования их потенциала и возможностей.

2. Мероприятия по обучению и развитию персонала, направленные на подготовку специалистов и рациональное распределение их функций в организации.

3. Мероприятия по мотивации и вознаграждению за труд, направленные на создание эффективной системы общего вознаграждения и мотивации сотрудников организации.

4. Мероприятия по управлению эффективностью деятельности, направленные на повышение результативности работы организации.

5. Мероприятия по организационному развитию, направленные на создание динамичной эффективной организации.

Для создания эффективной системы общего вознаграждения могут быть использованы ключевые показатели эффективности.

Ключевые показатели эффективности представляют собой систему оценки, позволяющую предприятию определить достижение стратегических и тактических целей. Ключевые показатели эффективности позволяют проводить контроль деловой активности как предприятия в целом, так и каждого отдельного сотрудника.

В рамках магистерской диссертации были разработаны ключевые показатели эффективности для структурных подразделений предприятия электроэнергетической отрасли.

Внедрение разработанных ключевых показателей в деятельность предприятия должно способствовать повышению уровня производительности труда, усилению влияния предприятия на рынке сбыта, росту имиджа предприятия и, как следствие, увеличению окладов и процентов премий.

Список информационных источников

1. Гавренкова В. И. Управление персоналом / В. И. Гавренкова, Ю. Г. Гудин. – Владивосток : ВГУЭС, 2003. – 96 с.

2. О персонале [Электронный ресурс] / Система управления персоналом – Режим доступа: <http://opersonale.ru/upravlenie-personalom/upravlenie-personalom-upravlenie-personalom/sistema-upravleniya-personalom-soderzhanie-celi-funkcii-i-metody.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз.рус. (дата обращения 10. 12. 2014).

3. Курочкин В.Н. Организация, нормирование и оплата труда / В.Н. Курочкин. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2014. – 234 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В ОБРАЗЦАХ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ СТАТИЧЕСКОМ И АКУСТИЧЕСКОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ

Помишин Е.К., Яворович Л.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

В начале 70-х годов в Томском политехническом институте под руководством профессора Воробьева А.А. в лабораторных условиях при механическом воздействии на диэлектрические материалы были зафиксированы электромагнитные сигналы. Появление таких сигналов происходит при переходе механической энергии в электромагнитную. Обнаруженное явление получило название механоэлектрических преобразований. В дальнейшем наибольшее число исследований посвящено изучению ЭМС при механическом воздействии на диэлектрические материалы. Переход механической энергии в электромагнитную зависит от свойств взаимодействующих систем, являющихся носителями энергии и концентрации энергии в них. Воробьев А.А. указывал, что все виды энергии могут превращаться в механическую, которая в земных недрах может превратиться в электрическую. Для такого превращения необходимо получение свободных зарядов или заряженных частиц и электрического поля, что может при воздействии на твердое тело достигнуто многими путями, когда образуются заряженные дефекты структуры. Таким образом, причиной появления электромагнитных сигналов является появляющийся или изменяющийся на поверхностях диэлектриков при их деформировании электрический заряд [1].

Первые проведенные исследования свидетельствовали о том, что электромагнитная эмиссия, проявляющаяся при механоэлектрических преобразованиях, зависит от прочности горных пород. В сложных гетерогенных системах, какими являются горные породы, естественно ожидать определенные зависимости интенсивности ЭМС от состава и строения, а также и от характера деформации [1].

В настоящее время в проблемно научно-исследовательской лаборатории электроники диэлектриков и полупроводников (ПНИЛ ЭДиП) Томского политехнического университета (ТПУ) разрабатывается метод мониторинга изменений напряженно-деформированного состояния массивов горных пород и прогноза удароопасности, основанный на явлении механоэлектрических

преобразований энергии. Поэтому целью настоящей работы являлось исследование изменения параметров электромагнитного сигнала и их амплитудно-частотных характеристик при динамическом и статическом воздействии на образцы горных пород [1].

Объектом исследования являются горные породы, отобранные из Таштогольского железорудного месторождения. Образцы имели форму цилиндра с размерами: высота 8 см, диаметр 4 см. Образцы №23, №27, №31, №36 – представлены вмещающей горной породой (Рис. 1а). Образцы №1, №8, №12, №13, №14, №30 – представлены железной рудой (Рис. 1б).



а)



б)

Рис. 1. а) фото образцов вмещающей горной породы №23, №27, №31, №36, б) фото образцов железной руды №1, №8, №12, №13, №14, №30

В процессе проведения исследований на образцах горных пород использовались методики, разработанные в проблемной научно - исследовательской лаборатории электроники диэлектриков и полупроводников Томского политехнического университета. Используемые методики позволяли проводить регистрацию электромагнитного сигнала (ЭМС) при акустическом и статическом воздействии на образцы. Акустическое воздействие производилось способом динамического воздействия с использованием стального шарика. Статическое воздействие производилось путем одноосного сжатия на прессе до разрушения, что позволяло определить предельную прочность образцов.

При динамическом воздействии на образцы горных пород использовался стальной шарик, при выстреле из пистолета с пружинным устройством. В образец через заземленную металлическую пластину и иммерсионный слой минерального масла пружинной механической системой, использующей стальной шарик, вводился акустический импульс (АС). Проходя через образец, акустический

сигнал регистрировался. Сигнал с пьезоакустического приемника служил для запуска осциллографа и записывался на его экране. Генерируемый при прохождении акустического сигнала ЭМС регистрировался емкостным дифференциальным датчиком, который принимал электрическую составляющую ЭМС. С электромагнитного датчика усиленный ЭМС поступал на осциллограф Tektronix TDS210. Далее ЭМС и АС с осциллографа передавались на компьютер, где производилась их дальнейшая обработка и анализ. Для изменения длительности и амплитуды акустического сигнала ударное воздействие проводилось с использованием стальных шариков массой $0,25 \cdot 10^{-3}$ и $0,86 \cdot 10^{-3}$ кг, что соответствовало длительности фронта акустического возбуждения $10 \cdot 10^{-6}$ с и $14 \cdot 10^{-6}$ с [1].

В таблице 1 приведены данные по содержанию магнетита в образцах железной руды и их предельная прочность при одноосном сжатии.

Таблица 1

Номер образца	Масса образца, г	Плотность, г/см ³	Объем м, см ³	Объем магнетита, см ³	Масса магнетита в образце, г	Содержание магнетита в образце, %	Предел прочности на сжатие, кН
1	359.95	3.214	112	11	57	16	158.6
8	379.75	3.446	110	23	118	31	279.8
12	392.75	3.602	109	31	157	40	196.5

Из таблицы мы видим, что прямой зависимости прочности образца и содержания магнетита не наблюдается.

Для выявления особенностей в зарегистрированных при акустическом возбуждении ЭМС для образцов вмещающей породы, был проведен расчет амплитудно-частотных характеристик с использованием процедуры быстрого преобразования Фурье (БПФ) и анализ аналоговых электромагнитных сигналов для четырёх образцов вмещающей горной породы. Анализировались: размах колебаний ЭМС, его длительность и максимальная амплитуда. Проведен расчёт их средних значений. В таблице 2 приведены данные проведенного анализа.

Таблица 2

№ образца	№ удара	Размах, В	Средний размах, В	Длительность, В	Средняя длит., В	Амплитуда, В	Сред. ампл., В	Пред. прочн. кН
23	1	0,0296	0,0284	11,5	13,05	0,018	0,0164	222,8
23	2	0,0272		14,6		0,0148		

27	1	0,0428	0,045	37,5	37,15	0,0232	0,0264	127,6
27	2	0,0472		36,8		0,0296		
31	1	0,0948	0,1002	22,9	30,1	0,0432	0,0388	-
31	2	0,1056		37,3		0,0344		
36	1	0,0736	0,072	21,8	22,8	0,0324	0,0314	-
36	2	0,0704		23,8		0,0304		

Таким образом, проведенные исследования по акустическому возбуждению показали, что для образцов с меньшей предельной прочностью (обр. № 27) длительность сигнала и его амплитуда больше, по сравнению с образцом (обр. № 23) большей предельной прочностью. Кроме, того, для образцов, содержащих магнетит прямой зависимости прочности и содержания магнетита не наблюдается, что обуславливается сложностью структурно-текстурного строения.

Список информационных источников

1.Беспалько А.А., Яворович Л.В., Суржиков А.П. Связь петрофизических свойств горных пород с изменением параметров электромагнитных сигналов при акустическом воздействии / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 120 с.

2.Яковицкая Г.Е. Методы и технические средства диагностики критических состояний горных пород на основе электромагнитной эмиссии. – Новосибирск: Параллель, 2008. – 315 с.

3.Егоров П.В., Колпакова Л.А., Мальшин А.А., Колмагоров В.М., Коноваленко В.А. Исследование разрушения твердых тел методом регистрации импульсного электромагнитного излучения. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2001. – 201 с.

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Попиякова Н.П.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

В современном мире страны с развитой экономикой стремятся к рациональному и эффективному использованию ресурсов. Большинство зарубежных стран с давних пор ведет активную политику в области

энергетического менеджмента, имеют национальные стандарты в области энергоменеджмента, а также передовой опыт в развитии энергосберегающих технологий. В России первый стандарт в области энергетического менеджмента был принят лишь в 2012 году.

В настоящее время в России вопросы энергосбережения и энергоэффективности все более активно решаются на государственном и региональном уровнях, так как эти направления способствуют модернизации российской экономики и переводу её на инновационный путь развития [1]. Данная статья посвящена развитию системы энергетического менеджмента в России, а также выявлению основных проблем внедрения системы энергоменеджмента на российских предприятиях на примере ОАО «Межрегиональная распределительная сетевая компания Сибири».

Актуальность данной работы заключается в том, что в эпоху развития высоких технологий внедрение системы энергетического менеджмента (СЭнМ) в соответствии с требованиями национального стандарта ГОСТ Р ИСО 50001-2012 [2] «Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению» на российских предприятиях является одним из способов решения проблем энергосбережения и энергоэффективности.

Международный стандарт ISO 50001 поддерживает организации во всех отраслях в их стараниях использовать энергию более эффективно с помощью разработки системы энергетического менеджмента. По мнению разработчиков, внедрение систем энергетического менеджмента будет способствовать интеграции вопросов обеспечения энергоэффективности в общую концепцию менеджмента организации и повысит прозрачность управления деятельностью компаний [3]. Также правительство РФ уделяет большое внимание вопросам энергосбережения: так например 23.11.2009 был принят Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении». Исследованием системы энергетического менеджмента активно занимаются Акрапович Р. А., который рассмотрел перспективы внедрения в России стандарта ИСО 50001, а также Савин К. Н. и Сыщиков Г. Н., рассматривающие управление качеством электроэнергии через стандарт ISO 50001.

ОАО «МРСК Сибири» является дочерним обществом ОАО «Россети», которое осуществляет передачу и распределение электроэнергии на территории Сибирского Федерального округа. В декабре 2014 г. компания была сертифицирована требованиям национального стандарта ГОСТ Р ИСО 50001-2012 [2].

Основной проблемой при внедрении системы энергетического менеджмента в ОАО «МРСК Сибири» являлась необходимость переработки и адаптации старой версии руководства по качеству требованиям стандарта ISO 50001 и корпоративной интегрированной системы менеджмента. По результатам анализа документации, было установлено, что наибольшим изменениям подвергся раздел 7.11 «Энергоресурсосбережение».

Так же необходимо отметить, что помимо разработки новой версии руководства для создания действующей системы энергетического менеджмента на предприятии было необходимо разработать ряд новых обязательных документов, которые содержат требования энергосбережения и основные положения стандарта ИСО 50001:

В ОАО «МРСК Сибири» в рамках внедрения системы энергетического менеджмента был проведен аудит филиала ОАО «МРСК Сибири» - «Хакасэнерго» на соответствие требованиям ГОСТ Р ИСО 50001-2012 [2] «В ходе аудита было установлено, что ознакомление персонала с требованиями стандарта ГОСТ Р ИСО 50001-2012 не производилось.

На основании данных деятельности ОАО «МРСК Сибири», а также на примере различных российских зарубежных предприятий были выявлены основные проблемы внедрения СЭнМ на российских предприятиях.

К проблемам, возникающим на государственном уровне, относятся: нестабильная экономическая обстановка в стране; отставание энергетического сектора экономики России от развития передовых стран; недостаточный уровень качества и эффективности в энергетическом секторе.

Проблемы регионального уровня: ограниченность источников финансирования; зависимость от состояния российского и мировых рынков энергосервисных услуг; большая вероятность техногенных и экологических рисков; Географическая неоднородность и разрозненность регионов.

На уровне организации возникают следующие проблемы: формальный подход к СЭнМ со стороны руководства; финансовая неготовность предприятия к внедрению СЭнМ; отсутствие системы стимулирования персонала предприятия; необходимость реорганизации структуры предприятия на стадии внедрения СЭМ; отсутствие на предприятии необходимых средств учета энергопотребления.

Для минимизации риска возникновения выше перечисленных проблем в ОАО «МРСК Сибири» и филиалах Общества были

разработаны методические рекомендации по внедрению системы энергетического менеджмента.

Методические рекомендации являются документом, который содержит методику и порядок проведения работ по внедрению систем энергетического менеджмента, соответствующих требованиям стандартов ISO семейства 50000. Этот документ является изданием, включающим комплекс кратких и четко сформулированных предложений и указаний, способствующих внедрению в практику наиболее эффективных методов системы энергетического менеджмента.

Настоящие методические рекомендации содержат основные положения, касающиеся СЭнМ, рекомендуемый порядок проведения работ по внедрению СЭнМ, а также основные правила внедрения и управления СЭнМ. Задача методических рекомендаций заключается в том, чтобы пропагандировать наиболее эффективные, рациональные варианты, образцы действий применительно к системе энергетического менеджмента для исключения или минимизации проблем и рисков, возникающих при внедрении СЭнМ на предприятии.

Согласно настоящим методическим рекомендациям, оптимальный план-работ по внедрению СЭнМ должен состоять из следующих последовательных этапов:

1. Анализ состояния и подготовка;

Данный этап включает в себя выбор организации, оказывающей консультационные услуги относительно внедрения СЭнМ; диагностический аудит; создание рабочей группы по СЭнМ; назначение представителя высшего руководства по СЭнМ; определение организационной структуры СЭнМ.

2. Обучение

Этап обучения включает в себя обучение основам СЭнМ членов рабочей группы, руководителей структурных подразделений, иных ключевых сотрудников, а также обучение сотрудников, которые станут будущими внутренними аудиторами СЭнМ.

3. Структурирование процесса энергопланирования;

На данном этапе происходит разработка энергополитики; выполнение первичного энергоанализа, энергетических обследований; установление энергетической базовой линии и базового периода; определение показателей энергоэффективности; определение энергоцелей и задач; Разработка программы энергосбережения и планов по её реализации.

4. Документирование (разработка документации СЭнМ);

5. Внедрение и заключительная оценка (Введение в действие разработанной документации СЭнМ)

Данный план не является безусловным руководством, содержание и последовательность работ можно корректировать в соответствии с требованиями процессов предприятия и компетентностью сотрудников.

В заключении данной статьи необходимо отметить, что в настоящее время стандарт ИСО 50001 набирает популярность и становится все более распространенным. Многие предприятия принимают осознанное решение о внедрении СЭнМ с целью сокращения использования топливно-энергетических ресурсов, энергетических потерь, а также с целью повышения производительности при минимизации вреда, наносимого окружающей среде.

Таким образом, для решения проблемы энергоэффективности и ресурсосбережения необходимо создавать осмысленную систему энергетического менеджмента на предприятии согласно требованиям стандарта ISO 50001:2011 и ориентироваться на опыт зарубежных компаний, которые на своем примере продемонстрировали пользу внедрения данного стандарта.

Список информационных источников

1. Акрапович Р. А. Перспективы внедрения в России стандарта ISO 50001 // «Техэксперт». – 2013. – № 10. – С. 7 – 10.
2. ГОСТ ISO 50001:2011 «Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению».
3. Савин К. Н., Сыщиков Г. Н., Попова В. А. Управление качеством электроэнергии через стандарт ISO 50001 // «Фундаментальные исследования». – 2012. – № 9. – С. 410.

ПРИМЕНЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫХ СИГНАЛОВ ПРИ КОНТРОЛЕ ЛИТЫХ ДЕТАЛЕЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

Попков А.А.

*Сибирский государственный университет путей
сообщения (СГУПС), г. Новосибирск*

*Научный руководитель: Бехер С.А., к.т.н., доцент кафедры
электротехники, диагностики и сертификации*

В процессе акустико-эмиссионного контроля литых деталей тележек грузовых вагонов, в конструкции которых имеется значительное количество технологических отверстий, галтелей и

элементов с переменной толщиной, сигналы акустической эмиссии представляют собой стохастические сигналы сложной формы. Координаты источников и преобразователей акустической эмиссии оказывают существенное влияние на параметры регистрируемых сигналов. **Актуальность** работы определяется необходимостью создания и совершенствования алгоритмов и методик обработки акустико-эмиссионных сигналов, оценки их параметров для повышения достоверности результатов контроля литых деталей сложной формы.

Целью работы является оценка достоверности методов корреляционного анализа для обработки акустико-эмиссионных сигналов в боковых рамах грузовых вагонов с целью определения несущей частоты, времени начала и параметров формы акустико-эмиссионных импульсов.

Для исследования использовались результаты акустико-эмиссионного контроля боковых рам тележек грузовых вагонов, выполненного на штатных комплексах ремонтных депо Западно-Сибирской железной дороги. Сигналы регистрировались цифровой акустико-эмиссионной диагностической системой СЦАД 16.03 (ФГУП «СибНИА им. С.А. Чаплыгина», СГУПС, Новосибирск) с коэффициентом усиления 2000 и дискретностью отсчета АЦП 0,5 мкс. Расчет автокорреляционной функции (АКФ) основывался на коэффициенте корреляции Пирсона:

$$R_{j,l} = \frac{\sum_{k=0}^w (x_{k+j} - \bar{x}_1)(x_{k+j+l} - \bar{x}_2)}{\sqrt{\sum_{k=0}^w (x_{k+j} - \bar{x}_1)^2 \sum_{k=0}^w (x_{k+j+l} - \bar{x}_2)^2}}, \quad (1)$$

где x – дискретный сигнал акустической эмиссии, мВ; j – номер отсчета сигнала, w – количество отсчетов ширины интервала суммирования; l – количество отсчетов сдвига сигнала;

$$\bar{x}_1 = \frac{\sum_{k=0}^w x_{k+j}}{w+1}; \quad (2)$$

$$\bar{x}_2 = \frac{\sum_{k=0}^w x_{k+j+l}}{w+1}. \quad (3)$$

Формула (1) позволяет рассчитать коэффициент автокорреляции сигнала на интервалах 1 и 2 (рис. 1) со сдвигом на количество отсчетов l . В исследовании варьировались ширина интервалов w и сдвиг между ними l .

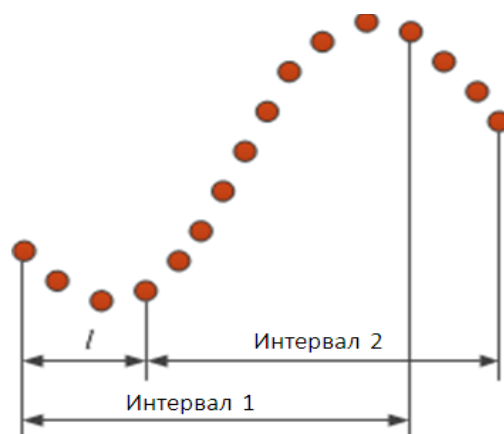


Рис.1. Схема расположения интервалов сигнала для расчета автокорреляционной функции

Автокорреляционная функция акустико-эмиссионного сигнала (рис. 2) до начала импульса близка к нулю и по абсолютному значению не превышает 0,2, что объясняется случайным характером собственных шумов аппаратуры. Появление быстрой низкоамплитудной волны даже незначительной амплитуды не более 1 мВ значительно увеличивает коэффициент автокорреляции до уровня 0,8. Эта закономерность позволяет повысить чувствительность методики к определению времени начала импульса при некоррелированном собственном шуме аппаратуры.

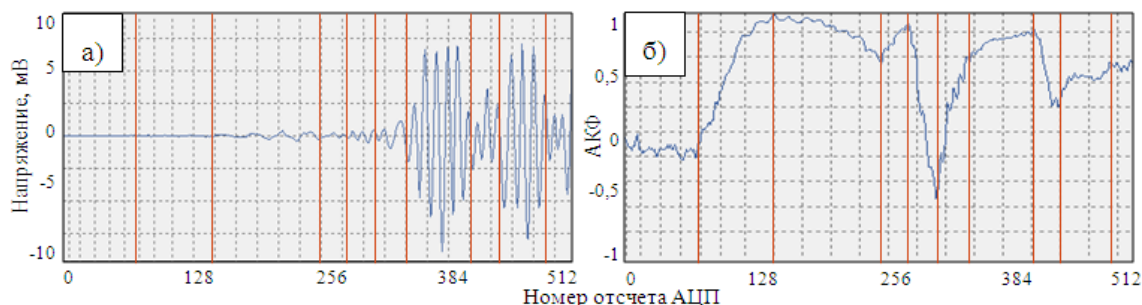


Рис. 2. Сигнал АЭ (а) и зависимость коэффициента автокорреляции с $w=64$ и $l=26$ от времени (б): вертикальными линиями обозначены некоторые интервалы времени изменения формы сигнала

Форма сигнала АЭ (рис. 2, а) существенно изменяется во времени, так как сигнал представляет собой последовательно регистрируемые волны разных типов, которые распространялись различными путями в объекте контроля. На графике автокорреляционной функции (рис. 2, б) наблюдаются экстремумы, соответствующие переходам между составляющими сигнала, которые показаны на рисунке вертикальными линиями.

Акустико-эмиссионный сигнал представляет собой амплитудно-, фазо- и частотно-моделированный сигнал, который в определенный момент времени может быть охарактеризован несущей частотой. Очевидно, что АКФ сигналов относительно смещения l интервалов 1 и 2 также является периодической функцией. Для определения характерного периода сигнала, рассчитаны автокорреляционные функции с различным смещением $l > 0$ (рис. 3). Период в отсчетах АЦП определяется по минимальному значению $l > 0$, при котором наблюдается максимум АКФ. Проверка может быть выполнена по минимальному значению АКФ, которое соответствует сдвигу сигнала на половину периода. Для графиков на рисунке 3 период составил 12,5 мкс, а соответствующая частота 80 кГц, что согласуется с паспортными данными о собственной частоте преобразователя акустической эмиссии.

Для быстрой низкоамплитудной моды волны пороговый метод скользящего окна дает значительную, недопустимую погрешность определения времени начала импульса t_1 на рис. 4.

Для повышения достоверности локализации в работе предложено использовать АКФ в качестве индикатора появления импульса. Акустико-эмиссионный сигнал представляет собой суперпозицию случайного некоррелированного шума с АКФ близкой к нулю и импульсной составляющей с ненулевой АКФ.

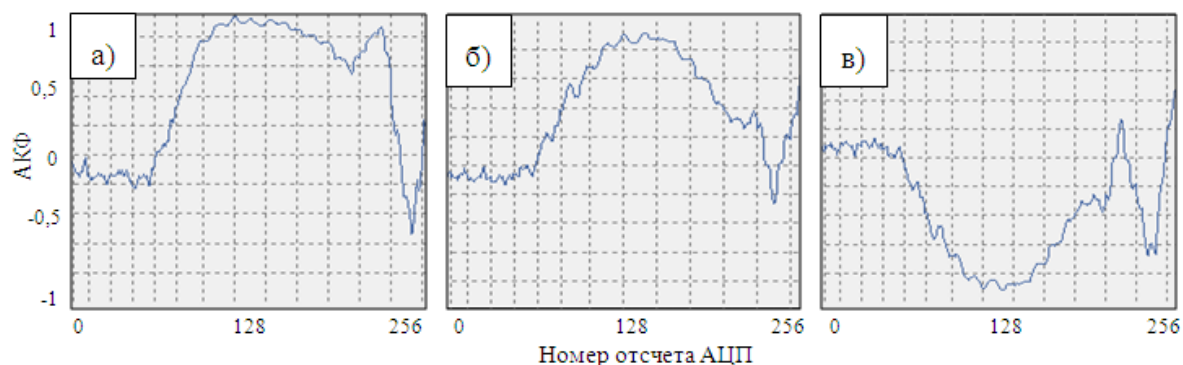


Рис. 3. Графики автокорреляционной функции с $w=64$ и а) $l=26$, б) $l=51$, в) $l=39$

Поэтому увеличение коэффициента АК до 0,7, что в математической статистике соответствует нижней границе сильной связи величин, свидетельствует о появлении в сигнале периодической составляющей и позволяет определить время начала импульса t_2 (рис. 4).

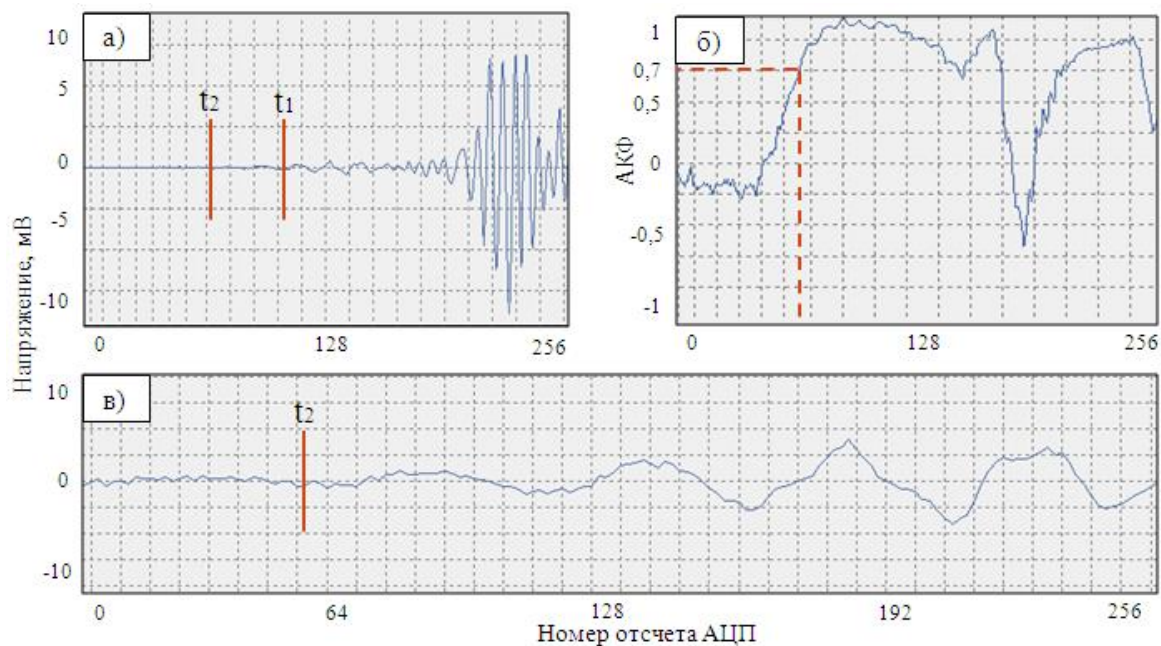


Рис. 4 – Определения времени начала импульса: а) часть сигнала АЭ, б) соответствующая АКФ, в) – часть сигнала АЭ в увеличенном масштабе отсчетов АЦП

Выводы. Применение АКФ для анализа акустико-эмиссионного сигнала позволяет дифференцировать составляющие импульсов, что в перспективе может быть использовано для кластеризации источников. Смещение интервалов при вычислении АКФ, позволило определить локальное значение основной, несущей частоты сигнала 80 кГц, которая соответствует паспортным данным датчика. Для сигналов с некоррелированным собственным шумом аппаратуры применение АКФ позволяет повысить достоверность определения времени начала импульса по быстрой низкоамплитудной моде волны, для которой пороговый метод скользящего окна недостаточно эффективен.

Список информационных источников

1. Айфичер Э.С., Джервис Б.У., Цифровая обработка сигналов: Практический подход. 2-е издание, - М.: Вильямс, 2008. – 992с.
2. Витязев В.В. Спектрально-корреляционный анализ равномерных временных рядов, Учеб. пособие. - СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2001. - 48 с.
3. Верескун В.Д., Степанова Л.Н., Бехер С.А., Бобров А.Л., Кабанов С.И., Лебедев Е.Ю. Акустико-эмиссионный контроль боковых рам тележек грузовых вагонов при деповском ремонте. Контроль. Диагностика, 2013, №1, С.67-71

ОСОБЕННОСТИ МАРКЕТИНГА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

Попов М.М.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Как показано в работе [1], качество производимого продукта на выходе напрямую зависит от развития рынка интеллектуальных товаров и услуг и от увеличения *научности* производимой продукции, т.е. возможно заявить о значимости инновационной ценности объекта.

Как известно, любая инновация имеет «жизненный цикл»: от создания, развития, использования до отмирания.

На *стадии маркетинговых исследований* основная задача производителя - проанализировать потребность в новых товарах, анализа товаров – аналогов, исследования конкурентоспособности и т.д.

В отличие от обычного маркетингового исследования на данной стадии должна производиться оценка *потенциала нововведения*, т.е. к товару необходимо применить специальные методы *маркетинга инноваций*.

К особенностям *маркетинга инноваций* можно отнести [2]:

- 1) выявление конкурентоспособных направлений научно-исследовательских и опытно - конструкторских работ (НИОКР) в рамках *технологического прогнозирования*;
- 2) тщательное исследование изменений потребностей, как в научно-техническом, так и в конечном продукте;
- 3) изучение способности интеллектуального продукта на предмет экономии в сфере материальных производств;
- 4) постоянная защита и сохранение прав интеллектуальной собственности из-за быстрого морального устаревания интеллектуального продукта;
- 5) поиск способов тиражирования интеллектуального продукта (поиск различных рынков разных потребителей).

Отдельно авторы отмечают важность разработки комплекса мероприятий по продвижению научно-технической продукции, а именно, стратегия продвижения должна учитывать особенности получения дохода от интеллектуального капитала, риски, а также сетевые эффекты.

Стадия научно-исследовательских работ (НИР) включает в себя разработку *идеи товара* (общее представление), *его замысла*

(проработанный вариант идеи, понятный потребителю) и *образа товара* (конкретное представление потребителей о товаре).

Порядок проведения НИР регламентирует ГОСТ 15.101-80 (введен в 2000 г.). Конкретный состав этапов и характер выполняемых в их рамках работ определяются спецификой НИР.

Рекомендуются следующие основные этапы НИР (табл. 1) [3]:

Этапы НИР и состав работ на них

Таблица 1

Этапы НИР	Состав работ
Разработка ТЗ на НИР	Научное прогнозирование
	Анализ результатов фундаментальных и поисковых исследований
	Изучение патентной документации
	Учет требований заказчиков
Выбор направления исследования	Сбор и изучение научно-технической информации
	Аналитический обзор
	Патентные исследования
	Формулирование возможных направлений решения задач, поставленных в ТЗ на НИР, их сравнительная оценка
	Выбор и обоснование принятого направления исследований и способов решения задач
	Сопоставление ожидаемых показателей новой продукции после внедрения результатов НИР с существующими показателями изделий-аналогов
	Оценка ориентировочной экономической эффективности новой продукции
	Разработка общей методики проведения исследований
	Составление промежуточного отчета
	Разработка рабочих гипотез, построение моделей объекта исследований, обоснование допущений
Теоретические и экспериментальные исследования	Выявление необходимости проведения экспериментов для подтверждения отдельных положений теоретических исследований или для получения конкретных значений параметров, необходимых для проведения расчетов
	Разработка методики экспериментальных исследований, подготовка моделей (макетов, экспериментальных образцов), а также испытательного оборудования
	Проведение экспериментов, обработка полученных данных
	Сопоставление результатов эксперимента с теоретическими исследованиями

	Корректировка теоретических моделей объекта
	Проведение при необходимости дополнительных экспериментов
	Проведение технико-экономических исследований
	Составление промежуточного отчета
Обобщение и оценка результатов исследований	Обобщение результатов предыдущих этапов работ
	Оценка полноты решения задач
	Разработка рекомендаций по дальнейшим исследованиям и проведению ОКР
	Разработка проекта ТЗ на ОКР
	Составление итогового отчета
	Приемка НИР комиссией

На *стадии опытно-конструкторских работ (ОКР)* осуществляется разработка конструкции и/или технологического процесса, изготовление, испытание, доработка предлагаемого варианта товара; задача данной стадии – превращение нового товара в рентабельное изделие.

На *стадии создания и внедрения прототипа товара* заявленные потребителям качество, надежность, безопасность и себестоимость продукта должны подтверждаться в ходе лабораторных испытаний, а затем и на рынке (если это не так, то необходимо дорабатывать характеристики до заявленного уровня).

Стадия *промышленного освоения* включает в себя организационные моменты: приобретение помещения, организация рекламы, расширение сети сбыта и т.д.

Как показано выше, на современном этапе развития общества на первый план выходят проблемы качества инновационной продукции, и поэтому при производстве товаров данной категории необходимо учитывать специальные подходы при маркетинге инноваций.

Список информационных источников

1. О. В. Гальцева. Развивающее (инновационное) управление персоналом современных промышленных предприятий // Космическое приборостроение. — Томск: Изд-во ТПУ, 2014. — С. 215 - 217.
2. Актуальные вопросы экономики и управления интеллектуальной собственностью: монография / Под ред. В.Р. Смирновой. – М., Изд-во ФГБОУ ВПО РГАИС, 2015. — 189 с.
3. В.В. Кукушкина. Организация научно-исследовательской работы студентов (магистров) // Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2011. – 265 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ СРЕДСТВ КАПИЛЛЯРНОГО МЕТОДА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Попова А.Ю.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Капиллярные методы нашли широкое применение в неразрушающем контроле. В настоящее время на рынке представлено достаточное количество контрольных образцов капиллярной дефектоскопии, изготовленных из высококачественной стали, которые применяются для оценки качества дефектоскопических материалов. А так как капиллярные методы позволяют диагностировать изделия, изготовленные из любых материалов, в том числе из стекла, керамики, пластмасс, было бы целесообразно иметь контрольные образцы, выполненные из неметаллических материалов. В связи с этим возникает необходимость проведения проверки соответствия характеристик контрольных образцов из неметалла металлическим образцам.

На данный момент изготовлена партия контрольных образцов из неметалла по всем классам чувствительности. Для реализации дефектов с заданными параметрами были использованы поталь, слюдяные пластинки, алюминиевая фольга.

Проведены статистические исследования поведения ширины раскрытия трещины в температурном диапазоне от минус 15°C до плюс 40°C. Для исключения составляющей погрешности были проведены исследования ширины раскрытия в одних и тех же координатных точках. Каждый образец исследовался при идентичных условиях. Снимались показания при нормальных лабораторных условиях, затем непосредственно после прогревания в течении 15 минут до 40°C и через 20 минут после нагревания. Для сравнения были проведены исследования размеров ширины трещины в произвольных и в одних и тех же координатных точках. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Измеренные значения ширины раскрытия трещин на контрольных образцах из неметалла при нагревании

Условия проведения испытаний	Измерения с произвольным выбором точки исследования	Измерения с фиксированной точкой исследования
	Среднее арифметическое по пяти точкам*, мкм	

		Нормальные условия	Нагрев до 40°С в течении 15 мин	Через 20 мин после нагрева до 40°С	Нормальные условия	Нагрев до 40°С в течении 15 мин	Через 20 мин после нагрева до 40°С
Номер контрольного образца	10	14,6±0,4	14,8±0,6	14,4±0,5	14,6±0,4	15,2±0,4	14,7±0,4
	11	11,0±0,6	11,8±0,7	11,4±0,4	10,4±0,5	10,6±0,6	10,4±0,5
	12	12,6±0,3	13±0,4	12,9±0,4	12,8±0,2	13,4±0,3	12,8±0,2
	13	11,6±0,5	12,3±0,4	11,4±0,3	11,6±0,4	11,9±0,4	11,7±0,4
	14	10,4±0,5	10,8±0,2	9,6±0,7	10,4±0,6	11,8±0,7	10,6±0,6
	15	11,4±0,5	11,8±0,4	9,6±0,4	11±0,4	11,4±0,5	10,9±0,4

Таким же образом были проведены опыты на охлаждение. Измерения снимались в одних и тех же координатных точках. Результаты представлены в таблице 2.

Интерес представляет определение минимально возможного времени выдержки пенетранта, при котором еще достоверно происходит обнаружение дефектов с известными параметрами.

Был проведен ряд испытаний контрольных образцов из металла и неметалла при нормальных условиях и при нагреве до 40° за 15 мин.

Нанесение пенетранта по отечественным стандартам должно производиться 4-6 раз в течении 10-15 минут.

Таблица 2 - Измеренные значения ширины раскрытия трещин на контрольных образцах из неметалла. при охлаждении

Условия измерения		Измерения с фиксированной точкой исследования				
		Среднее арифметическое по пяти точкам*, мкм				
		Нормальные условия	Нагрев до 40°С в течении 15 мин	Через 20 мин после нагрева до 40°С	Охлаждение до -15°С в течении 15 мин	Через 20 мин после охлаждения до -15°С
Номер контрольного образца	10	14,6±0,4	15,2±0,4	14,6±0,4	14,2±0,4	14,4±0,3
	11	10,4±0,5	10,6±0,6	10,4±0,4	9,8±0,6	10,2±0,5
	12	12,8±0,2	13,5±0,3	13±0,3	17,2±0,3	13,2±0,3
	13	11,6±0,4	12,2±0,2	11,2±0,4	13,4±0,3	12,6±0,4
	14	10,4±0,6	8,8±0,5	9,6±0,5	14,2±0,6	11,4±0,6
	15	11±0,4	10,8±0,5	10,2±0,4	14±0,3	12±0,4

Контрольные образцы подвергались испытаниям дефектоскопическими материалами фирмы Sherwin. За критерий достоверности принят критерий выявляемости 95% паспортной длины дефекта. Время выдержки пенетранта выбиралось последовательно из ряда: 8, 6, 5, 4, 3, 2 и 1 мин. Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты проведения капиллярного контроля на контрольных образцах из металла (№122 и №192) и неметалла

Время выдержки пенетранта, мин	Условия проведения испытаний	Длина дефекта КО I класс, ширина раскрытия 0,7 мкм, мм	Длина дефекта КО II класс, ширина раскрытия 7 мкм, мм	Длина дефекта КО № 122, II класс, ширина раскрытия 9 мкм, мм	Длина дефекта КО № 192, II класс, ширина раскрытия 9 мкм, мм	Длина дефекта КО III класс, ширина раскрытия 35 мкм, мм
5	при нормальных условиях	13	14	8	8	14
	при нагреве до 40° в течении 15мин	13	14	8	8	14
4	при нормальных условиях	13	14	8	8	14
	при нагреве до 40° в течении 15мин	13	14	8	8	14
3	при нормальных условиях	10	14	8	8	14
	при нагреве до 40° в течении 15мин	13	14	8	8	14
2	при нормальных условиях	7	13	7	7	14
	при нагреве до 40° в течении 15мин	9	13	7	7	14
1	при нормальных условиях	5	12	6	6	14
	при нагреве до 40° в течении 15мин	8	13	5	5,5	14

Проводились также исследования по определению оптимального расстояния баллончика от поверхности контрольного образца для определенного типа проявителя на выявляемость дефектов.

Испытания были проведены на контрольных образцах из неметалла I и II класса чувствительности. В эксперименте применяли набор Sherwin. Время выдержки пенетранта составляло 4 мин. Проявитель Sherwin наносился с расстояний 20, 30, 40 и 50 см. Результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4. Выявляемость дефектов в зависимости от расстояния между с баллона с проявителем и контролируемой поверхностью

Расстояние нанесения проявителя от поверхности контроля, см	II класс, ширина раскрытия 9.5 мкм	Длина дефекта, мм
20		6,5
30		6,5

40		6,5
50		6,5

Выводы:

- диапазон изменения ширины раскрытия трещин под действием температур незначителен и укладывается в границы классов чувствительности;

- после достижения контрольным образцом температуры нормальных условий, среднее значение ширины раскрытия трещин приходит к практически первоначальному значению.

- минимальное время выдержки пенетранта фирмы Sherwin для контрольных образцов различных классов чувствительности, при котором еще выявляется 95% паспортной длины дефекта, составляет (при нормальных условиях и при нагреве до 40° в течении 15мин): I класс – 4-5 мин; II класс – 3-4 мин; III класс – 1-2 мин;

- общая тенденция уменьшения длины индикаторного следа в зависимости от времени выдержки пенетранта для контрольных образцов из металла и неметалла для данного вида испытаний практически совпадает, что является еще одним подтверждением правомочности использования контрольных образцов из неметалла.

- с увеличением расстояния между баллоном с проявителем контролируемой поверхностью от 20 до 50 см повышается зернистость покрытия, но не ухудшается выявляемость.

- поведение контрольных образцов из металла и неметалла при выявлении оптимального расстояния баллончика с проявителем от поверхности контрольного образца аналогично;

- при необходимости, связанной с недоступностью места проведения капиллярного контроля появляется возможность увеличения расстояния при нанесении проявителя на контролируемую поверхность.

Список информационных источников

1. Мигун Н.П., Волович И.В Совершенствование некоторых технологических стадий капиллярного контроля. //Неразрушающий контроль и диагностика –2012 - № 1 – С.50-65

2. ГОСТ 8.207-76.Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения.

3.Патент 2426110 С1 RU. Калиниченко Н.П., Калиниченко А.Н., Конарева И.С. Способ изготовления контрольных образцов для капиллярной дефектоскопии. Заявлено 20.04.2010; опубликовано 10.08.2011 Бюл. №22.

4. РД-13-06-2006. Методические рекомендации о порядке проведения капиллярного контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах. Введены в действие с 25 декабря 2006 г.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ АКТИВНОГО ТЕПЛОВОГО КОНТРОЛЯ

Рабданов Ч.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Рассмотрены принципы и особенности применения статистического метода анализа главных компонент (МАГК) в активном тепловом контроле. Выполнено сравнение МАГК с Фурье-анализом при контроле дефектов в композиционных материалах, коррозии в алюминии и влаги в строительных материалах. Сделан вывод о том, что изображения главных компонент, как правило, обеспечивают повышение отношения сигнал/шум и по эффективности близки к фазограммам, тем не менее, результаты применения данного метода труднопредсказуемы и требуют дальнейшего анализа.

Введение

Метод анализа главных компонент (МАГК) нашел применение в статистике при обработке многомерных данных, в криминалистике при распознавании лиц, сжатии изображений и т.п. Метод применяется и в инфракрасной (ИК) термографии, например, для разделения оптических и тепловых эффектов. В частности, таким способом устраняют ложные дефекты при термографировании неоднородных поверхностей. Имеются сведения об использовании МАГК при обнаружении скрытой коррозии методом теплового контроля (ТК); при этом установлена связь толщины материала с определенными главными компонентами.

Результатом активного теплового контроля являются трехмерные матрицы данных, представляющие собой последовательности ИК изображений. С использованием МАГК такие последовательности сводят к последовательности изображений главных компонент, причем первые 3-5 изображений содержат наиболее значимую информацию о статистических особенностях температурных сигналов.

Определение

РСА (Principal Component Analysis) – данный метод применяется при обработке многомерных данных. В качестве таких данных может служить, например, информация по сотруднику (уровень з.п., возраст, рост и т.д.). В этом случае число данных (или количество точек в многомерном пространстве) определяется количеством опрашиваемых сотрудников, а размерность данных определяется количеством пунктов, по которым опрашиваются сотрудники. Например:

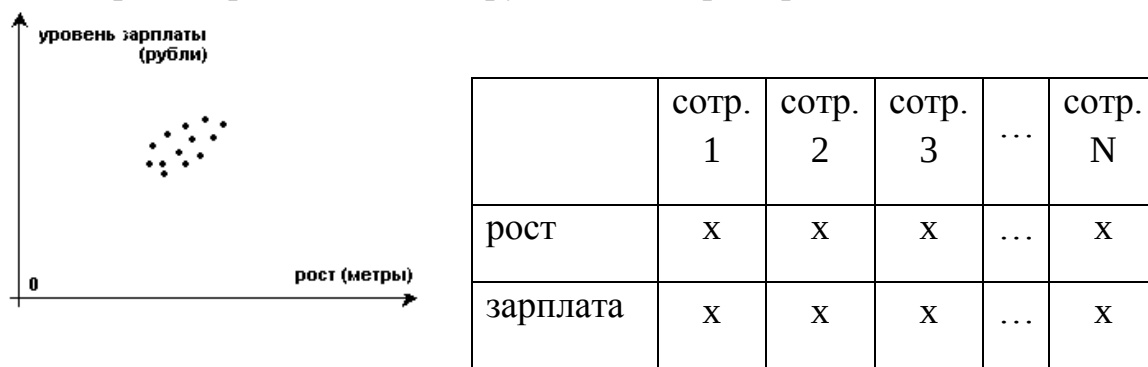


Рис. 1. Представление многомерных данных (графически и таблично)

В общем случае мы можем иметь размерность данных M и количество измерений N .

Т.к. обычно некоторые измерения связаны друг с другом (т.е. имеется избыточность в данных), то имеется возможность уменьшить размерность данных (число M), вводя $K < M$ новых осей, на которые проецируются исходные данные.

Принцип вычисления главных компонент состоит в том, что для исходной матрицы X определяют ковариационную (рассеивающую) матрицу в виде $C = 1/(N-1) * (X - M) * (X - M)^T$, где M – матрица состоящая из размноженного N раз вектора-столбца средних значений по каждой переменной x_i . Элементы ковариационной матрицы, лежащие на диагонали, отражают дисперсию (variance, вариацию) i -й переменной, а элементы лежащие вне главной диагонали отражают

взаимную ковариацию (covariance) между переменными i и j . Ковариационная матрица является квадратной (размерностью $M \times M$) и симметричной относительно главной диагонали.

Для вычисления дисперсии используется стандартная формула:

$$D = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - m)^2, \quad (1)$$

а ковариацию переменных x_1 и x_2 находят по выражению:

$$cv = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_{1i} - m_1) * (x_{2i} - m_2), \quad (2)$$

где m - среднее значение для переменной.

Малые значения дисперсии переменной говорят о возможном шумоподобном сигнале, который отражает соответствующая переменная; соответственно, большие значения ковариации (по модулю) говорят о связи переменных (положительной или отрицательной). Нулевая корреляция означает, что переменные не зависят друг от друга. В качестве рассеивающей может применяться также и корреляционная матрица.

МАГК основан на введении такого линейного преобразования $Y = P^T X$ данных P , что ковариационная матрица для нового набора данных Y является диагональной, то есть корреляция между различными строчками (переменными) матрицы Y равна нулю (все элементы матрицы кроме диагональных равны нулю). Данное условие выполняется, если столбцы матрицы P являются собственными векторами ковариационной матрицы C для X , при этом каждый столбец в матрице P называется главной компонентой.

Обычно главные компоненты в матрице P располагают в порядке убывания собственных значений D ковариационной матрицы C . В результате получают новый набор переменных Y , не связанных друг с другом. Величина собственного значения D_i для матрицы C отражает дисперсию для соответствующей переменной Y_i матрицы Y . Общая дисперсия для набора переменных Y определяется как сумма дисперсий D_i для каждой переменной Y_i .

Важным свойством переменных для матрицы Y (при расстановке главных компонент в порядке убывания собственных значений D_i) является то, что с первой переменной связано максимальное значение дисперсии, поэтому эта переменная коррелирует с максимально возможным количеством переменных из исходного набора переменных

X ; значение дисперсии для второй переменной меньше, чем для первой переменной, и она коррелирует с максимально возможным количеством переменных из набора X , которые имеют слабую корреляцию с первой переменной из набора Y . Взаимная корреляция первой и второй переменных из набора Y равна нулю. Аналогично можно продолжить это рассуждение и для следующих переменных из набора Y .

Для интерпретации смысла полученных компонент и набора переменных Y_i используют технику вращения (factor rotation, или factor loadings). В МАГК смысловую нагрузку главной компоненты определяют по величине взаимной корреляции между переменными Y_i и переменными X_i .

Для выбора количества наиболее значимых главных компонент можно применять правило 80/20 (правило Парето), т.е. оставлять только первые 20% компонент от общего количества. Иными словами, согласно этому правилу 20% процентов переменных обеспечивают 80% общей вариации данных.

1. Применение МАГК в ТК

Основная задача факторизации матриц сводится к представлению данной матрицы в виде произведения двух других матриц. Применительно к ТК это требует преобразования трехмерной матрицы (последовательности) ИК изображений в двухмерную, причем колонки двухмерной матрицы отражают развитие температуры во времени, а строки содержат развернутые двухмерные термограммы. Предпочтение временным функциям отдается потому, что именно они содержат «отпечатки» дефектов контролируемого объекта. Задачи факторизации не всегда имеют точное решение, поэтому чаще всего рассматривают приближенные решения.

Результатом активного ТК является последовательность ИК термограмм размерностью $nr*nc*nt$, где nr – число рядов в термограмме, nc – число столбцов, nt – число термограмм. Реализуя МАГК, можно анализировать как временные, так и пространственные компоненты.

В первом случае анализируют nt переменных (размерность исходных данных совпадает с числом термограмм nt), для каждой из которых было проведено $nr*nc$ измерений.

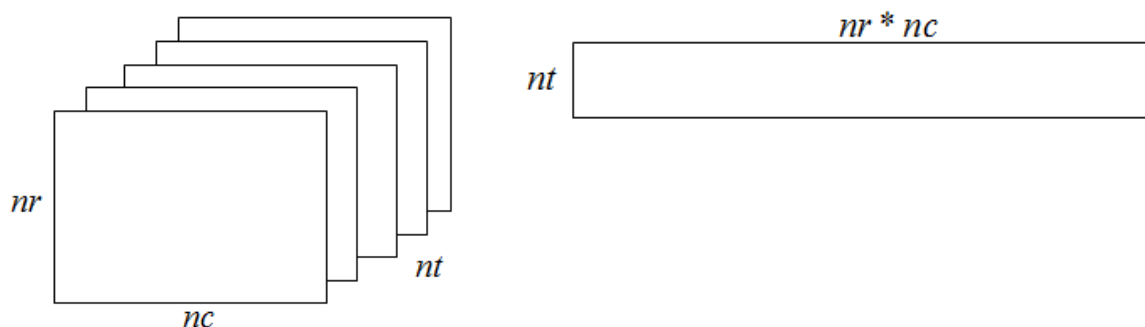


Рис. 2. Преобразование термографических данных из трехмерной матрицы в двухмерную матрицу

В случае пространственных компонент анализируют $nr * nc$ переменных, для каждой из которых проводится nt измерений. После применения МАГК и уменьшения размерности остаются несколько переменных, отражающих связь исходных переменных между собой во времени.

Следует заметить, что анализ пространственных компонент трудновыполним и с вычислительной точки зрения. Например, типичными параметрами активного ТК являются: $nr = 240$, $nc = 320$ и $nt = 150$, то есть анализу подлежит последовательность из 150 термограмм стандартным форматом 320x240. Тогда размер ковариационной матрицы временных и пространственных компонент составляет соответственно 150x150 и 76800x76800 элементов.

Вычисление ГК является полезной статистической процедурой, которая в последнее время приобретает все большее распространение в задачах распознавания образов и сжатия данных, в частности, при очень больших объемах анализируемых данных.

2. Примеры

2.1. ТК композиционных материалов

Активный ТК зарекомендовал как один из наиболее эффективных методов неразрушающего контроля композиционных материалов, поэтому большая часть иллюстраций применения МАГК, приведенных ниже, относится к этим материалам.

В результате ТК стандартного образца углепластикового композита толщиной 5 мм, содержавшего 5 искусственных дефектов, с помощью тепловизора AGEMA 900 было зарегистрировано 25 термограмм, отражающих как процесс нагрева изделия в течение 4,4 с, так и его последующего охлаждения. В «оптимальной» термограмме (Рис. 3) отчетливо видны зоны неравномерного нагрева двумя лампами в левой и правой частях термограмм, которые ухудшают обнаружение наиболее глубоких дефектов.

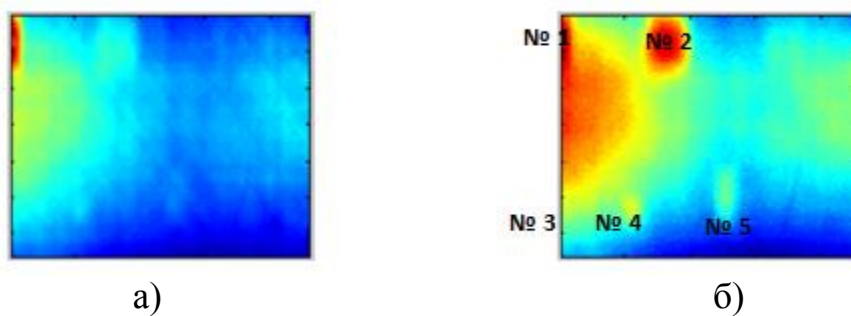


Рис. 3. Результаты ТК углепластикового композита толщиной 5 мм (глубина дефектов № 1, 3, 4 - 1,3 мм, глубина дефектов № 2, 5 - 2,6 мм): а – конец нагрева; б – «оптимальная» термограмма

Следует отметить, что в исходной последовательности были усечены границы исходных термограмм, поскольку в них имелись области, не относящиеся к объекту контроля. Усечение границ позволило значительно повысить так называемую «видность» дефектов, поскольку значения рассеивающей матрицы зависят от выбранной зоны.

К данной последовательности ИК термограмм был применен МАГК и Фурье-анализ и для каждого дефекта было определено отношение сигнал/шум SNR (Табл. 1), причем принималось во внимание, что различные дефекты создавали максимальные значения SNR в различных изображениях исходной последовательности, а также главных компонент или фаз Фурье. Принято стандартное определение SNR :

$$SNR = \frac{\bar{T}_d - \bar{T}_{nd}}{\sigma_{nd}}, (3)$$

где $\bar{T}_d, \bar{T}_{nd}$ – средние температуры в областях, выбранных оператором в качестве дефектной и бездефектной; σ_{nd} – стандартное отклонение температуры в бездефектной области. В качестве бездефектных выбирались зоны вблизи каждого дефекта площадью, приблизительно равной площади соответствующего дефекта, поэтому значения SNR велики даже в исходных изображениях. Во всяком случае, из таблицы 1 следует, что компьютерная обработка данных значительно повышает исходные значения SNR (случаи, когда SNR в исходных термограммах выше, чем в обработанных, очевидно, связаны с особенностями выбора дефектных и бездефектных зон и не отражают общей тенденции). Оба метода – МАГК и Фурье анализ – принимают во внимание тотальные особенности поведения температуры во времени и поэтому обеспечивают близкие значения SNR . Заметим, что некоторые эксперты считают, что получаемые в результате одномерной

Фурье-обработки фазограммы обеспечивают оптимальное выявление дефектов в ТК, поэтому другие алгоритмы анализа данных ТК часто сравнивают именно с Фурье-анализом.

Повышение отношения сигнал/шум путем компьютерной обработки результатов ТК углепластикового композита (Рис. 3) Таблица 1

№ дефекта	Максимальное отношение сигнал/шум SNR *		
	Исходная последовательность	МАГК	Фурье-анализ (фазограмма)
1	33,5 (18)	41,6 (2)	41,9 (2)
2	4,9 (22)	13,6 (2)	9,8 (2)
3	12,1 (18)	10,3 (2)	11,9 (2)
4	3,87 (15)	16,1 (2)	16,5 (2)
5	18,5 (6)	10,8 (1)	5,1 (2)

* Для каждого дефекта приведены максимальное (по модулю) отношение сигнал-шум и номер соответствующего изображения в скобках.

Особенности МАГК иллюстрируются данными таблицы 2, где приведен вклад каждой из 25-ти компонент в общий разброс данных

Вклад компонент в общий разброс данных при ТК углепластика Таблица 2

Компоненты	Вклад компонент, %				
с 1 по 5	97.1279 (№1)	2.1715 (№2)	0.3436 (№3)	0.1282 (№4)	0.0205 (№5)
с 6 по 10	0.0120 (№6)	0.0114 (№7)	0.0112 (№8)	0.0110 (№9)	0.0109 (№10)
с 11 по 15	0.0106 (№11)	0.0106 (№12)	0.0105 (№13)	0.0104 (№14)	0.0104 (№15)
с 16 по 20	0.0103 (№16)	0.0102 (№17)	0.0102 (№18)	0.0101 (№19)	0.0099 (№20)
с 21 по 25	0.0098 (№21)	0.0098 (№22)	0.0097 (№23)	0.0096 (№24)	0.0095 (№25)

Видно, что первая компонента содержит 97% от общей вариации данных, хотя с точки зрения «видности» дефектов на (Рис. 3) наиболее информативными являются 2, 3, 4 и 5-я компоненты. По-видимому, увеличить количество значимых главных компонент и таким образом

улучшить детальность анализа различных параметров ТК можно, увеличивая число записываемых термограмм nt .

А также особенности МАГК иллюстрируются данными, изображениями первых 5-ти главных компонент на Рис. 4.

В таблице 3 проиллюстрирована статистическая связь первых 5-ти исходных изображений и соответственно первых 6-ти компонент.

Результаты представлены в виде матрицы, строки которой отражают исходный набор переменных (пять термограмм), а столбцы отражают шесть новых переменных (проекции исходного набора на главные компоненты). Элементы матрицы отражают взаимную корреляцию между соответствующими переменными.

Интерпретация первых 5-ти компонент при ТК углепластика Таблица 3

Исходные изображен ия	Взаимная корреляция главных компонент (ГК) и исходных изображений					
	ГК1	ГК2	ГК3	ГК4	ГК5	ГК6
1	0.0235	0.4521	-0.6042	0.6263	0.1845	0.0269
2	0.9475	0.2185	-0.2139	0.0129	-0.0500	0.0237
3	0.9736	0.2010	-0.0879	-0.0217	-0.0196	0.0124
4	0.9811	0.1820	-0.0396	-0.0244	-0.0030	0.0097
5	0.9863	0.1584	-0.0136	-0.0176	-0.0010	0.0093

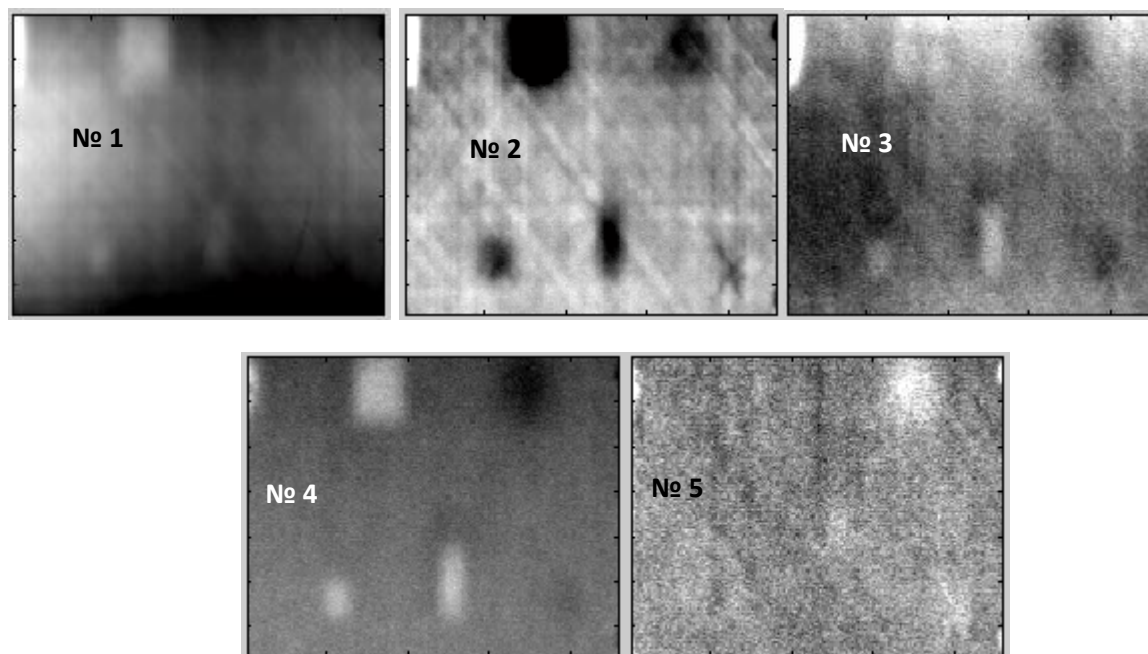


Рис. 4. Изображения главных компонент для результатов ТК углепластика

Первая компонента обладает высоким коэффициентом взаимной корреляции практически со всеми термограммами (за исключением первой, которая описывает состояние изделия перед началом нагрева). По-видимому, эта компонента отражает некоторые постоянные особенности нагрева, присутствующие во всей последовательности термограмм, например, неоднородность нагрева и изменение коэффициента поглощения.

Вторая компонента хорошо коррелирует с термограммами № 14 – № 25, отражая дефекты, расположенные вблизи от контролируемой поверхности.

Третья главная компонента имеет высокий коэффициент корреляции с изображениями № 1, 2, 3, 10-12, 16-24. Пятая компонента хорошо коррелирует с изображениями № 1, 2, 22-25. Компоненты 3, 4 и 5 коррелируют с термограммами 21 – 25, где лучше проявляются глубокорасположенные дефекты.

Пример ТК реального изделия цилиндрической формы, выполненного из углепластика толщиной 10 мм, приведен на Рис. 5.

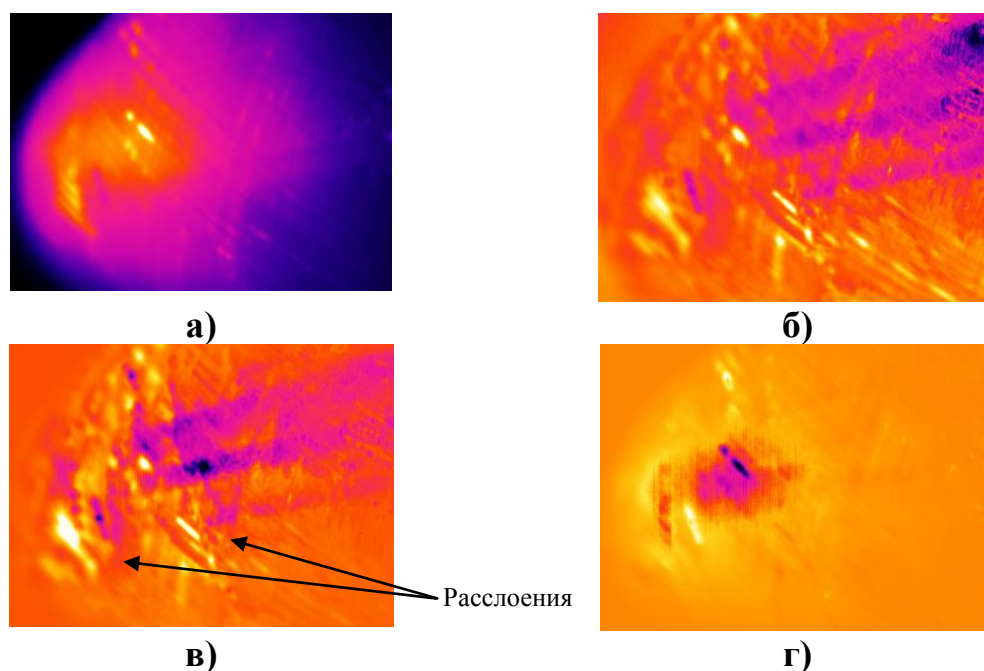


Рис. 5. Контроль расслоений в углепластиковом композите, полученном методом намотки:

- а – оптимальная исходная термограмма ($SNR=7,6$);
- б – фазограмма ($SNR=11,0$);
- в – главная компонента №2 ($SNR=11,1$);
- г – главная компонента №4

Нагрев осуществляли ламповым нагревателем мощностью 30 кВт в течение 10-15 с, запись термограмм производили с частотой 30 Гц на тепловизор ThermaCAM SC 3000. Интерпретация исходных термограмм (Рис. 5 а) была затруднительной из-за цилиндрической формы изделия и анизотропии композита, изготовленного способом перекрестной намотки. Приемлемое качество контроля было обеспечено фазограммой (Рис. 5 б), где отчетливо видны многочисленные расслоения вытянутой формы, что обусловлено технологией намотки с использованием пряжей углепластиковых волокон (горизонтальные полосы на изображении обусловлены поверхностными царапинами). Практически идентичное изображение структуры изделия было получено с помощью МАГК (Рис. 5 в), причем отдельные главные компоненты подчеркивают различные дефекты (сравнить изображения на рис. 5в и 5г) Заметим, что в данном изделии возможны дефекты другого вида, а именно зоны избыточного наполнителя (эпоксидной смолы).

3. Заключение

Рассмотрены принципы и особенности использования статистического МАГК для обработки последовательностей ИК термограмм, получаемых в результате активного ТК. Данный метод известен при анализе больших массивов статистических данных с целью сокращения избыточности информации и классификации наиболее значимых информативных признаков. В последние годы МАГК все чаще используется в неразрушающем контроле. В ТК он позволяет преобразовать исходные ИК термограммы в последовательность изображений главных компонент, из которых первые 3-5 изображения несут наиболее значимую информацию о дефектах и помехах.

Существенным моментом применения МАГК является необходимость усреднения данных, которое может быть выполнено как по пространству, так и по времени. В силу физики ТК целесообразно усреднение температурных изменений во времени, кроме того, усреднение по пространству приводит к недопустимо большому времени счета.

В результате анализа «чистой» (искусственной) последовательности ИК термограмм предсказано, что МАГК не обеспечивает полного разделения информации о дефектах и помехах, обусловленных неравномерным нагревом, изменениями излучательно-поглощательных свойств и анизотропией материала, однако способен

значительно улучшить визуальное восприятие ИК термограмм, в частности, повысить отношение сигнал/шум.

Эффективность МАГК проиллюстрирована при анализе экспериментальных данных, полученных при ТК композиционных материалов.. Показано, что качество изображений главных компонент близко к фазограммам, получаемым при одномерной Фурье-обработке ИК изображений, которая часто рассматривается как наиболее эффективная процедура обработки данных в ТК.

Список информационных источников

1. Вавилов В.П. Тепловые методы контроля композиционных структур и изделий радиоэлектроники. М., Радио и связь, 1984.

<http://tndtsoft.ru>

2. В.П. Вавилов ИнфракраснаяТермография и Тепловой контроль, Томск 2012

3. Вавилов В.П., Маринетти С. Импульсная фазовая термография и тепловая томография на базе преобразования Фурье.-Дефектоскопия, 1999, № 2, с. 58-71.

4. “Factor Analysis”. -

http://www.stat.psu.edu/~jglenn/stat505/16_factor/05_factor_princomp.html.

РЕГЛАМЕНТАЦИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ОРГАНИЗАЦИИ

Редькина А.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Для любой организации одной из актуальных задач является построение эффективной системы менеджмента, которая будет обеспечивать выполнение задач организации и достижение успеха во внешней среде. В условиях острой конкуренции и снижения покупательного спроса населения как следствие финансового кризиса происходит переориентация процесса управления – с управления отдельными ресурсами на управление бизнес-процессами, связывающими воедино деятельность взаимодействующих подразделений организации. Такой подход в менеджменте позволяет сконцентрироваться на получении конечного результата и повышает степень скоординированности выполнения операций. Основное

преимущество в ориентировании на процесс состоит в том, что появляется четкая картина всего происходящего в организации, со всеми существующими проблемами и узкими местами, которые могли остаться не замеченными в организации с функциональным типом управления. Ориентация на процесс позволяет лучше понять конечные цели и результаты деятельности организации, а также роль в этом сотрудников.

Регламентация бизнес-процессов является одним из важнейших инструментов упорядочения деятельности любой организации. Она особенно актуальна для российских организаций, так как степень описания, прозрачности их бизнес – процессов на сегодняшний день не является достаточно высокой.

Под регламентацией бизнес-процесса понимается разработка нормативно-методических документов, частично или полностью устанавливающих порядок управления бизнес-процессом, порядок выполнения бизнес-процесса и требования к ресурсам, необходимым для его выполнения. Регламентация бизнес-процесса осуществляется с помощью различных документов, как относящихся непосредственно к рассматриваемому процессу, так и определяющих общие требования для ряда бизнес-процессов организации [1].

При регламентации бизнес-процессов на первом этапе необходимо определиться с терминологией. Под бизнес-процессом понимается устойчивая, целенаправленная совокупность взаимосвязанных видов деятельности, которая по определенной технологии преобразует входы в выходы, представляющие ценность для потребителя. Известны три вида бизнес-процессов:

1. Управляющие – бизнес-процессы, которые управляют функционированием системы.

2. Операционные – бизнес-процессы, которые составляют основной бизнес компании и создают основной поток доходов.

3. Поддерживающие – бизнес-процессы, которые обслуживают основной бизнес [2].

Рассмотрим более подробно первую группу бизнес-процессов. Процессы управления являются обеспечивающими. Они не нужны для внешнего клиента, но они нужны для менеджмента компании, потому что именно эти процессы позволяют управлять компанией, обеспечивая ее выживание, конкурентоспособность и развитие.

К группе управления относят следующие бизнес-процессы:

1. Процессы, которые обеспечивают выживание, конкурентоспособность и развитие организации и регулируют ее текущую деятельность.

2. Процессы, прямой целью которых является управление деятельностью организации.

Отличительными особенностями процессов управления является их типовая структура. Различие между управленческими процессами определяется спецификой объектов управления, которыми они управляют. Например, бизнес–процесс «Управление маркетингом» управляет объектом «клиент», бизнес–процесс «Управление персоналом» - объектом «персонал».

Типовая структура бизнес-процессов управления представляется стандартной цепочкой управленческого цикла, который состоит из следующих этапов:

Этап 1. «Планирование». На данном этапе собирается информация, проводится ее анализ и разрабатывается план действий.

Этап 2. «Организация». После разработки плана нужно обеспечить его реализацию - довести мероприятия до сотрудников, замотивировать и обеспечить сотрудников необходимыми для реализации плана ресурсами.

Этап 3. «Учет». По истечении установленного периода нужно собрать фактическую информацию о выполнении запланированных работ и достигнутых результатов.

Этап 4. «Контроль». После проведения учета план сопоставляется с фактической информацией и проводится анализ план–фактных отклонений.

Этап 5. «Регулирование». На последнем пятом этапе принимается решение о последующих действиях - корректировки плана, поощрении или наказании сотрудников, которые эти планы реализовывали[3].

Любой управленческий процесс ложится на эту схему. Если рассмотреть процесс «Стратегическое управление», то первый этап будет называться «Стратегическое планирование», выходом которого будет стратегический план.

В заключение данной статьи необходимо отметить, что если руководители организаций намерены постоянно совершенствовать систему управления, добиваясь эффективной работы всех руководителей, то им рано или поздно придется организовать работу по регламентации процесса управления.

Список информационных источников

1. Елиферов В. Г., Репин В. В. Бизнес-процессы: Регламентация и управление. – ИНФРА-М, 2005 — 319 с

2.Понятие бизнес-процесса [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://studopedia.ru/>. 6.05.2015

3.Business Studio Wiki [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.businessstudio.ru/wiki/>. 7.05.2015

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА – СОВРЕМЕННЫЙ ИНСТРУМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА

Родченкова Е.С.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

В настоящее время актуальным вопросом является внедрение интегрированных систем менеджмента (ИСМ) для российских компаний. Это связано с тем, что компании сталкиваются с серьезной конкуренцией не только со стороны западного рынка, но и со стороны отечественных компаний, которые уже подтвердили сертификатами свои достижения в области управления качеством, экологией и профессиональной безопасностью.

Очевидно, что внедрение группы стандартов как единой системы более эффективно и экономично, чем внедрение нескольких стандартов на системы менеджмента независимо друг от друга. Несмотря на то, что внедрение ИСМ является актуальной проблемой и в тоже время эффективной, в литературе крайне редко встречаются рекомендации по данному вопросу.

В данной статье будут рассмотрено значение вовлеченности персонала в функционировании ИСМ в компании.

Интегрированная система менеджмента представляет собой часть системы общего менеджмента, отвечающую требованиям двух и более систем менеджмента, функционирующих как единое целое. Следует понимать различие между ИСМ и системой общего менеджмента, система общего менеджмента охватывает все аспекты деятельности организации, а ИСМ не затрагивает вопросы финансового, инвестиционного менеджмента и т.д.[1]

Наиболее распространенными составляющими ИСМ организации являются система менеджмента качества по ГОСТ Р ИСО 9001, система экологического менеджмента по ГОСТ Р ИСО 14001, система управления охраной труда по ГОСТ 12.0.230 (OHSAS 18001), а также другие системы менеджмента.

Говоря о ИСМ нельзя не упомянуть о нормативной документации регламентирующей деятельность по внедрению ИСМ. В 2006 году компанией «Русский Регистр» был разработан нормативный документ НД № 006.00-134 «Правила по интеграции систем менеджмента» на основе международных стандартов по интеграции систем менеджмента, а также выпущены общедоступные технические условия PAS-99:2006 «Общедоступные технические условия. Общие требования к системам менеджмента – основа для интеграции». В 2010 году издан ГОСТ Р 53893-2010 «Руководящие принципы и требования к интегрированным системам менеджмента».[2]

Для создания ИСМ может быть использован порядок, как и при создании СМК. В общем случае порядок создания ИСМ состоит из пяти этапов [3]:

Этап 1. Организация работ по созданию ИСМ. Суть данного этапа заключается в создании организационных предпосылок для разработки и внедрения ИСМ. Большую роль на первом этапе играет именно вовлеченность высшего руководства организации.

Этап 2. Проектирование ИСМ. Цель: создание организационной структуры ИСМ, то есть выбор международных стандартов, идентификация процессов организации и их последовательность взаимодействия, назначение владельцев и руководителей процессов, установление параметров мониторинга, определение методов и средств мониторинга, формирование критериев оценки результативности и эффективности процессов и ИСМ в целом.

Этап 3. Документирование ИСМ. Целью документирования является создание нормативно-организационной основы для построения, функционирования и постоянного улучшения ИСМ. Документирование ИСМ, подобно документированию любой из систем, предусматривает определение состава и структуры документов ИСМ, установление правил их разработки и идентификации.

Этап 4. Внедрение ИСМ. Обеспечение функционирования ИСМ в соответствии с установленными требованиями.

Этап 5. Подготовка к сертификации ИСМ. Цель: обеспечение готовности к проведению сертификации. Сертификацию разработанной и внедренной в организации ИСМ следует рассматривать, как логическое завершение работ по ее созданию.

Наиболее значимыми преимуществами внедрения ИСМ можно обозначить:

- повышение технологичности разработки, внедрения и функционирования систем менеджмента;
- разработка единой гармонизированной структуры менеджмента;

–создание условий для снижения конфликтов между разными системами менеджмента организации за счет единых политики, целей и задач;

–снижение затрат на разработку, функционирование и сертификацию;

–возможность совмещения ряда процессов в рамках ИСМ (планирование, анализ со стороны руководства, управление документацией, подготовка кадров, обучение, внутренние аудиты и пр.);

–повышение имиджа компании;

–повышение мобильности и возможностей адаптации к изменяющимся условиям;

–большая привлекательность для потребителей, заинтересованных сторон, инвесторов. [4]

Очень важная, может быть и самая главная роль в интегрированной системе менеджмента, да и в целом в общей системе менеджмента отводится персоналу организации. Только персонал может привести организацию к тем результатам, ради которых создавалась ИСМ. В качестве персонала выступают высшее руководство, менеджеры среднего и низшего звена, рабочие. Довольно часто забывают о такой категории сотрудников, как студенты, пришедши на практику.

Госкорпорация «Росатом», которая является одним из лидеров в мировой атомной промышленности, уделяет большое внимание будущим специалистам. В рамках данного вопроса в организации разрабатываются организационно-нормативные документы регламентирующие деятельность по работе со студентами. В качестве примера можно привести недавно разработанный стандарт предприятия СТП-1.02 «Организация и порядок проведения практики учащихся и студентов». В данном стандарте прописаны порядок приема и проведения практики в организации, ответственность руководителей практики, а также

Подводя итог всему сказанному выше, можно сказать:

–сегодня для успешного и гармоничного развития бизнеса необходимо соблюдение требований нескольких стандартов на системы менеджмента на каждом предприятии;

–построение интегрированной системы менеджмента - это наиболее эффективный способ одновременного соблюдения требований нескольких стандартов;

–разработка и адаптация интегрированной модели процессов по требованиям стандартов - наиболее эффективный способ построения ИСМ.

Список информационных источников

- 1.Агарков А. П. Управление качеством : учеб. пособие. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Самара: Изд-во БАХРАХ-М,2009г. 228с.
- 2.Ковалев С. В.Управление качеством работы персонала : учеб.-практ. пособие.М.: С-Пб: Изд-во Наука, 2009г. 384с.
- 3.Территориальная генерирующая компания №11 // [Электронный ресурс].-2014.- Режим доступа:<http://www.tgk11.com/about/filialy/tomsk> - Загл. с экрана.
- 4.Заика И.Т., Гительсон Н.И. Документирование системы менеджмента качества: учебное пособие — М: Кнорус, 2010. -192 с.

МЕТОД ОЦЕНКИ РАССТОЯНИЯ НА ОСНОВЕ ПОТОКА ФОТОГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Савазова Д.С.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Осипов О.С., к. т. н., ассистент кафедры
точного приборостроения*

Среди оптических методов нашел применение и метод измерения дальности, основанный на анализе последовательных фотоизображений объекта [1]. Перемещение объекта относительно неподвижной плоскости изображения приводит к изменению размеров проекции объекта на плоскость изображения (метод проекций [2]). Измерение параметров естественных объектов связано с определенными трудностями, поэтому на контролируемый объект наносят некоторый плоский объект, называемый оптическим маяком, и его параметры затем будут определяться. Для измерения расстояния будет достаточно оценки площади, это и будет целью данной статьи – изучение зависимости расстояния от площади маяка.

Для реализации данного оптического метода необходима фотокамера, закрепленная на неподвижной части движущегося объекта. Камера должна быть направлена на неподвижный предмет с нанесенным на него оптическим маяком. Оптический маяк представляет собой плоскую симметричную фигуру, к примеру, прямоугольник. Оптический маяк и граничная полоса должны быть контрастных цветов. Рассмотрим алгоритм обработки изображения. На выходе алгоритма должны получить оценку площади изображения контрастной части маяка – $\tilde{S}_K$. Полное изображение на выходе фоторегистратора имеет

размеры в пикселях – $M \times N$, $M < N$. Индекс i соответствует строке изображения, а индекс j – столбцу. Яркость в точке с координатами i, j – f_{ij} принимает значения из интервала от 0 до 255 – оттенки серого, «0» соответствует чистому чёрному цвету, «255» соответствует чистому белому цвету. Будем считать, что пиксель с координатами i, j является пикселем чёрного цвета, если $0 \leq f_{ij} \leq m$, здесь величина m , где $m \ll 255$, называется уровнем «чёрного». Пиксель с координатами i, j является пикселем белого цвета, если $n \leq f_{ij} \leq 255$, здесь величина n , где $n \gg m$, называется уровнем «белого» [3].

Для вычисления площади оптического маяка в пикселях взята формула

$$\tilde{S}_K \approx s_{\text{pix}} \left(\sum_{(i,j) \in A} 1 + \sum_{(i,j) \in \text{gr}A} \frac{f_{ij} - m}{n - m} \right). (1)$$

Затем используем формулу для вычисления расстояния.

$$F = \sqrt{\frac{k}{S}} - C, (2)$$

где F – искомое расстояние, S – площадь маяка на фотоизображении в пикселях, k и C – параметры, определяемые из метода наименьших квадратов.

Для расчетов среднего значения уровней «белого» и «черного» на фотоснимках оптического маяка, их стандартного отклонения, количества пикселей оптического маяка была написана программа на языке JavaScript. Вычисление коэффициентов в формуле (2) проведено с использованием пакета MathCad.

Для оценки диапазона изменения уровней «белого» и «чёрного» был проведен ряд экспериментальных исследований. Расстояние от фоторегистратора (фотоаппарат Panasonic Lumix DMC-LZ7) до оптического маяка варьировали от 1 м до 4 м в учебной аудитории. Измерения проводили для равномерного по всей площади освещения лампами дневного света. Результаты исследований приведены в таблице 1.

Величины оценок уровней «белого» и «черного» (среднее) Таблица 1

Расстояние, м	Уровень «черного»	Уровень «белого»	Уровень «черного», ст. откл.	Уровень «белого», ст. откл.
1	24,112	209,533	4,756	4,701

1,5	31,837	216,663	5,561	3,581
2	37,915	219,583	11,721	4,350
2,5	43,699	223,971	6,998	5,480
3	56,078	234,580	9,060	3,690
3,5	57,604	235,595	7,138	2,682
4	56,552	233,410	8,081	2,782

Исходя из экспериментальных данных, получаем, что формула (2) примет вид:

$$F = \sqrt{\frac{291613}{S}} - 0.0226065 \quad (3)$$

График зависимости расстояния от площади маяка, построенный по экспериментальным данным представлен на рисунке 1.

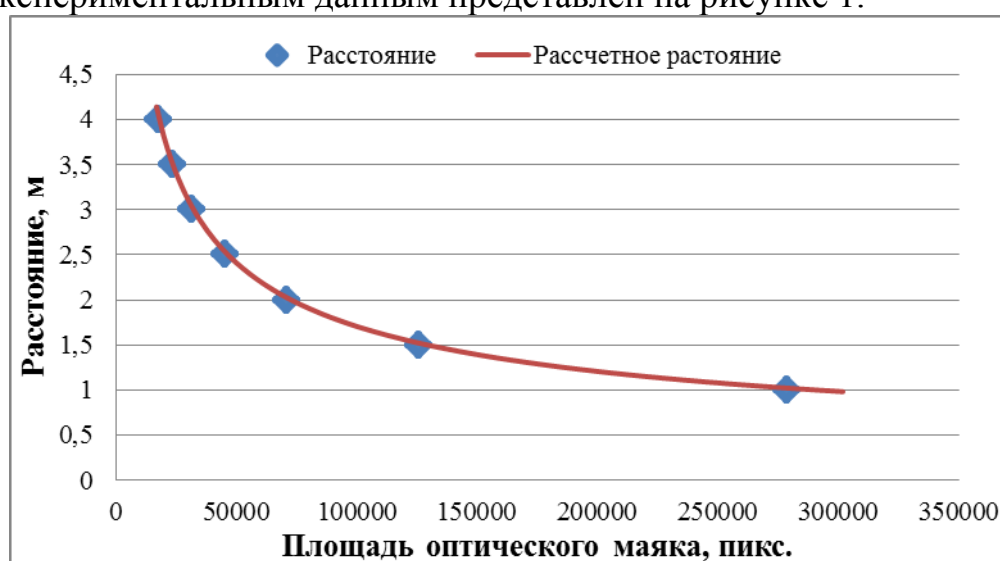


Рис. 1. График зависимости расстояния от площади маяка, полученный на основе экспериментальных данных

Величины расстояний, вычисленных по методу анализа потока фотоизображений, приведены в таблице 2.

Величины расстояний, вычисленных по методу анализа потока фотоизображений

Таблица 2

Расстояние, м.	Среднее расчетное расстояние, м.	Погрешность, %
1	1,023	2,248
1,5	1,521	1,381
2	2,023	1,137
2,5	2,527	1,068
3	3,035	1,153
3,5	3,52	0,568
4	4,03	0,744

В статье показана возможность оценки расстояния на основе потока фотографических изображений. Расчеты были проведены для расстояния от 1 до 4 м, выявленная погрешность от 2,23% до 0,75%, т.е. при увеличении измеряемого расстояния погрешность уменьшается.

Диапазон измерения был выбран таким, чтобы по минимальным экспериментальным данным реализовать зависимость, по которой оценивается расстояние.

Метод может быть применён для оценки расстояния до перемещающихся объектов в пространствах ограниченного доступа (например, в лифтовых шахтах).

Список информационных источников

1. Садеков Р.Н. Определение дальности до объекта на основе анализа его изображений // Известия института инженерной физики, 2010. Т. 2. № 16. С. 65-67.

2. Бачевский С.В. Точность определения дальности и ориентации объекта методом пропорции в матричных телевизионных системах // Вопросы радиоэлектроники. Серия: Техника телевидения, 2010. № 1. С. 57-66.

3. С.П. Осипов, М.Ю. Попов, Р.В. Федяев, А.А. Косач. Способ определения параметров торможения лифтов и подъёмников на основе анализа потока фотоизображений. // Технологии техносферной безопасности: интернет-журнал. – Вып. 4 (38). – 2011. – 9 с. – <http://ipb.mos.ru/ttb/2011-4>. – 0421100050/0059

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ХАССП НА ООО «ПРОВАНСАЛЬ»

Сацута А.Е.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Аннотация: Система ХАССП – это система управления безопасностью пищевых продуктов, которая обеспечивает контроль на абсолютно всех этапах пищевой цепочки, в любой точке производственного процесса, а также хранения и реализации продукции, где существует вероятность возникновения опасной ситуации.

Ключевые слова: Система безопасности, технический регламент, ХАССП, принципы ХАССП, пищевые предприятия, элементы ХАССП.

Для действенного функционирования система НАССР должна быть спроектирована, разработана и внедрена на уровне схемы структурного управления компании и включена в общие процессы управления.

В России система НАССР начала внедряться еще с 2001 года, когда Госстандарт осуществил регистрацию системы добровольной сертификации и разработал государственный стандарт ГОСТ Р 51705.1 «Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов НАССР. Общие требования». Сейчас эта система внедряется на многих предприятиях, занимающихся производством продуктов питания. На 2013 год 80 предприятий на территории РФ сертифицировали эту систему. [1]

Актуальность исследования: 1 июля 2013 года введен в действие Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Особенностью данного ТР является наличие обязательных требований ко всем предприятиям пищевой промышленности РФ не только к безопасному конечному пищевому продукту, но и обязательных требований к обеспечению этой безопасности при производстве, хранении, транспортировании и реализации.

Согласно ст.10 п.2 данного регламента: «При осуществлении процессов производства (изготовления) пищевой продукции, связанных с требованиями безопасности такой продукции, изготовитель должен разработать, внедрить и поддерживать процедуры, основанные на принципах НАССР, изложенных в части 3 настоящей статьи». [2]

Цель работы: Разработка элементов системы безопасности пищевой продукции (системы ХАССП) ООО «ПКП Провансаль» для обеспечения соответствия деятельности предприятия требованиям Технического регламента Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»

Задачи:

1)Изучение теоретических основ системы ХАССП и ее особенностей;

2)Анализ элементов системы ХАССП на ООО ПКП «Провансаль»;

3)Разработка Политики в области пищевой безопасности ООО «ПКП Провансаль»;

4)Разработка ППУ в отношении Менеджмента закупаемых материалов;

5)Проектирование и регламентация процесса «Управление стеклом»;

6)Разработка Процесса «Производство продукции» с реализацией требования системы ХАССП в отношении идентификации и прослеживаемости продукции.

Объектом исследования является предприятие ООО ПКП «Провансаль»

Предметом исследования является система безопасности пищевой продукции ХАССП.

Методы исследования: литературный анализ, сравнительный анализ, дедуктивный анализ, обобщение, наблюдение, описание.

Описание исследования: Система менеджмента безопасности пищевой продукции должна включать следующие общепризнанные ключевые элементы, позволяющие обеспечить безопасность пищевой продукции по всей цепи ее создания, вплоть до стадии употребления пищевой продукции: интерактивный обмен информацией, программы предварительных обязательных мероприятий, критическая контрольная точка, принципы ХАССП. [3,4]

На предприятии ООО ПКП «Провансаль» г. Томска, производящем майонезы, соусы и масла происходит процесс внедрения системы НАССР. Были произведены такие работы, как:

✓Разработка Политики в области пищевой безопасности:

- На первом этапе создания Политики была описана деятельность предприятия, а также указаны первостепенные направления для расширения и роста компании;

- На втором этапе были определены обязанности предприятия и цель;

- На третьем этапе были описаны задачи, способствующие достижению цели предприятия;

- На четвертом (и заключительном) этапе было описано, какие обязательства берет на себя высшее руководство и коллектив предприятия.

✓Разработка ППУ в отношении Менеджмента закупаемых материалов. Данная процедура состояла из следующих этапов:

- 1)Определение цели и области действия процесса.

- 2)Распределение ответственности между сотрудниками и составление Матрица ответственности.

- 3)Описание процесса приемки ТМЦ. На

- 4)Описание всевозможных нарушений в процессе приемки и действия для их исправления

- 5)Описание процесса хранения и выдачи ТМЦ

6) Составление форм документации, используемой в ходе процесса Верификации и хранения ТМЦ

✓ Проектирование и регламентация процесса «Управление стеклом». Данная работа включала следующие стадии:

1) Были расписаны основные требования обращения со стеклом, стеклянными изделиями, а также изделиями из хрупкого пластика;

2) Были распределены полномочия и ответственности по уходу и обращению за стеклом/стеклянными предметами;

3) Были расписаны требования при битье стекла/стеклянных предметов;

4) Был составлен перечень всех стеклянных изделий, межкомнатных стеклянных перегородок, окон, а также изделий из хрупкого пластика.

✓ Разработка Процесса «Производство продукции» с реализацией требования системы НАССР в отношении идентификации и прослеживаемости продукции. Разработка процедуры состояла из следующих этапов:

1) Определение области действия процесса и его цели;

2) Распределение ответственных и исполнителей процесса, составление Матрица ответственности;

3) Описание процесса «Планирование»;

4) Описание процесса «Производство»;

5) Описание всевозможных нарушений в процессе производства и действия для их исправления;

6) Составление форм документации или их корректировка;

По итогам работы, проведенной на ООО ПКП «Провансаль» были сделаны следующие выводы:

1) Процессы производства и сбыта продукции стали более структурированы и понятны за счет проектирования Документированных процедур (Производство продукции, ППУ в отношении менеджмента Закупаемых материалов);

2) С помощью Политики в области безопасности работники предприятия более наглядно стали видеть свои цели и задачи;

3) Разработка процесса «Управление стеклом» сделала работу цехов предприятия более безопасной и простой в плане учета стеклянных изделий.

Результаты: В результате использования системы обеспечения безопасности пищевых продуктов, организация получает ряд выгод. Прежде всего, это повышение доверия потребителей к продукции, так как постоянно реализуются мероприятия по снижению и предотвращению влияния опасных факторов на всех этапах

производственного цикла. Своевременное реагирование на появление у готового продукта нежелательных свойств и качеств дает возможность снизить издержки при отзыве товара с рынка. Общее снижение бракованной продукции дает возможность впоследствии сохранять конкурентоспособную стоимость товара. Составленная документация на всех этапах производства позволит отстоять честь компании при предъявлении претензий к качеству продукции при возникновении спорных вопросов. Репутация надежного производителя и поставщика даст возможность привлечь больше инвесторов и освоить новые рынки.

Список информационных источников:

1.Гастрономия бакалея, интернет-журнал. – Режим досупа: <http://my-gb.ru/> Загл. с экрана.

2.Технический регламент таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». – Режим доступа: <http://www.tehreg.ru/> Загл. с экрана.

3.Егоров В.С., Система менеджмента безопасности пищевой продукции на малых предприятиях в соответствии с требованиями международного стандарта ISO 22000:2005 (НАССР) – В.С. Егоров, П.И. Пашков, А.Е. Сомков, А.Н. Солодовников, Н.В. Бобылева

4.ХАССП, информационный портал. – Режим доступа: <http://www.register-sic.com/> Загл. с экран

СИСТЕМА СБАЛАНСИРОВАННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАК МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ И ЕЕ ИНТЕГРАЦИЯ С СИСТЕМОЙ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ

Сидельцева Х.Е.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

В данной работе представлены основные цели, задачи, а также основные результаты выпускной квалификационной работы на тему «система сбалансированных показателей как метод управления и ее интеграция с системой менеджмента качества предприятия».

Ключевые слова: система сбалансированных показателей, СМК, менеджмент, стратегические цели, система управления, ключевые показатели деятельности, BSC, KPI.

В настоящий момент многие руководители предприятий стремятся создать уникальные системы управления предприятием для сокращения общих затрат на качество, улучшения оперативного управления и результативного удовлетворения запросов потребителей, этому способствует совершенствование управленческой деятельности, внедрение систем менеджмента и их интеграция. Возрастающая конкуренция, как со стороны западных компаний, так и со стороны динамично растущих российских организаций, которые постоянно увеличивают ассортимент товаров, увеличивает затраты на управление деятельностью, а также требует большей ответственности от лиц, которые принимают управленческие решения на различных горизонтах планирования деятельности компании. В таких условиях предприятию необходимо реализовать систему показателей оценки деятельности, связывающую миссию и бизнес-стратегию предприятия с конкретными задачами и операционными планами. Разработка и внедрение такой системы показателей предоставит руководству предприятий уверенность в правильном управлении бизнесом.

Актуальность работы обусловлена необходимостью повышения результативности системы управления предприятием, эффективности его деятельности.

Объектом исследования является управленческая деятельность в сфере производства корпусной мебели.

Предметом исследования является система менеджмента мебельной фабрики «Витра».

Целью работы является анализ и практическое применение ССП в качестве метода управления мебельной фабрикой «Витра».

Исходя из указанной цели, можно выделить следующие задачи, поставленные в работе: изучить литературу и нормативные документы, проанализировать структуру ССП, найти связь между ССП и системой качества, дать общую характеристику МФ «Витра», изучить место ССП в системе менеджмента МФ «Витра», разработать схемы целей и показателей для подразделений МФ «Витра», разработать положение о соревновании «Положительная динамика».

Для решения поставленных задач в работе использовались следующие методы исследования: теоретическое исследование, анализ внутренних и внешних нормативных документов, данных о деятельности предприятия, методы визуализации информации.

В ходе исследования были рассмотрены общие положения системы сбалансированных показателей, а именно составляющие этой системы – финансы, бизнес-процессы, обучение, клиенты, стадии разработки ССП, к которым относится разъяснение общей концепции

бизнеса и стратегии компании, обратная связь, планирование и постановка задач, коммуникация и взаимосвязь [1]. Также была определена степень распространённости ССП, проанализированы консалтинговые компании, предоставляющие услуги по внедрению этой системы, составлена карта распространения ССП, на которой присутствуют и Томские компании, такие как «Востокгазпром» и МФ «Витра». Были определены возможности и ограничения применения системы сбалансированных показателей, например, к возможностям можно отнести: понимание стратегических целей всеми участниками производственного процесса, облегчение взаимодействия между подразделениями, предупреждение возникновения критических ситуаций и так далее, к ограничениям – невозможность формирования единого и универсального набора показателей для организаций одной отрасли, временное непринятие или отторжение философии функционирования системы с некоторыми руководящими сотрудниками организации [2].

На примере томской мебельной фабрики была рассмотрена интеграция ССП с системой менеджмента предприятия, определено, что ССП в компании занимает место контроля, в качестве мотивирующей и контролирующей системы, а СМК на предприятии реализуется на этапах «составления плана» и «выполнения», выявлены что такие требования стандарта ГОСТ ISO 9001-2011, как процессы жизненного цикла продукции, измерение, анализ и улучшения, менеджмент ресурсов и процессный подход, соответствуют [3]. Рассмотрена реализация ССП в компании, которая была введена в качестве комплекса мероприятий для повышения результативности работы всех сотрудников и подразделений, путем измерения их деятельности через показатели и ежемесячной отчетности по ним. И этот комплекс носит название - система контрольных точек, которая в большей части является аналогом KPI, позволяющие производить контроль деловой активности сотрудников, подразделений и компании в целом [4]. Для достижения основных целей системы контрольных точек: трансформация целей в показатели и прозрачность требований для сотрудников и мотивация сотрудников и вовлечение РП в процесс измерения и оценки, были разработаны схемы целей и показателей, позволяющие донести до отдельных подразделений и сотрудников предприятия их роль в реализации стратегии в удобной форме представления, так как вся информация содержится на одной странице, то появляется возможность относительно простой стратегической коммуникации и Положении о соревновании «Положительная

динамика», направленное на улучшение результатов деятельности подразделений.

В практике управления мебельной фабрики «Витра» система сбалансированных показателей интегрирована с другими подсистемами и позволяет решать задачи контроля, как операционной деятельности, так и достижения стратегических целей.

Список информационных источников

1. Каплан Роберт С., Нортон Дейвид П. Стратегические карты. Трансформация нематериальных активов в материальные результаты/ Пер. с англ.-М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2012, 486 с.
2. ГОСТ ISO 9001-2011 Системы менеджмента качества. Требования. – М.: Стандартинформ, 2012 – 36с.
3. Универсальная система показателей: Как достигать результатов, сохраняя целостность/Хьюберт Рамперсад; Пер. с англ. — 3-е изд.— М.: "Альпина Паблишер", — 2009. — 352 с.
4. Мебельная фабрика «Витра» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vitra-mebel.ru/> , свободный. – загл. с экрана (дата обращения: 10.05.2015)

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛА ТОЛСТОСТЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОВЫМ МЕТОДОМ

Смертин Р.А, Плискин А.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Металлы и их сплавы являются важнейшими конструкционными материалами. В процессе хранения и эксплуатации металлических конструкций происходит их взаимодействие с окружающими веществами, в результате чего они разрушаются. Коррозия металлов наносит огромный ущерб практически любой отрасли промышленности.

К металлическим сооружениям относится и один из видов объектов для хранения нефтепродуктов – РВС (резервуар вертикальный стальной), который в свою очередь подвержен разрушению. На развитие процесса хрупкого разрушения РВС оказывают влияние дефекты коррозионного происхождения.

Практика исследования эксплуатируемых резервуаров показывает, что металл упорного узла и 1-ого пояса стенки резервуара чаще всего подвержены глубокой язвенной коррозии, вследствие чего происходит интенсивное локальное разрушение.

В связи с этим своевременное обнаружение коррозии, является важнейшей задачей неразрушающего контроля. Но на данный момент, ссылаясь на руководящие документы предприятия, для измерения толщины и определения коррозионного уноса материала рекомендуется использовать различные ультразвуковые толщиномеры. Ультразвуковая толщинометрия хоть и точно определяет толщину изделий, но имеет ряд недостатков при обнаружении коррозии на таких объектах как РВС, малопроизводительно, дорого и не наглядно. Основными преимуществами теплового метода над другими видами неразрушающего контроля, является отсутствие необходимости вывода объекта контроля из эксплуатации, высокая наглядность и информативность полученных данных, производительность и скорость контроля.

Целью данного исследования является обнаружение искусственного уноса материала, с различными факторами, препятствующими обнаружению дефектов тепловым методом с целью максимального приближения к реальным условиям контроля, а также обнаружение дефектов в толстостенных объектах контроля.

Регистрируемым показателем являлось отношение температуры в дефектном участке к температуре в бездефектной области (ΔT).

Объекты контроля:

№1 Бочка из листовой стали (высота (h) -45см., диаметр (d) - 30 см.) Рис.1.

№2 Стандартный образец из стали Ст45 толщиной 6мм. Рис. 2



Рис. 1. Бочка из листовой стали



Рис. 2. Плоский стандартный образец

Так же были учтены и воссозданы факторы, мешающие обнаружению дефектов активно тепловым методом, а именно, слой бумаги, не плотно прилегающей к объекту, места где слой краски отсутствует и металл оголен. Для сравнения один из дефектов был покрыт матовой краской, которая улучшает их обнаружение.

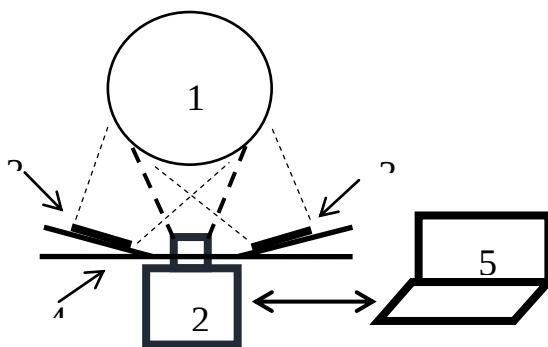


Рис. 3. Принципиальная схема проводимого эксперимента.

1. Бочка из листовой стали; 2. Тепловизор пнс 9100h; 3. Две ксеноновых лампы Bowens (полная энергия импульса 3,2 кДж, длительность импульса 5 мс);
4. Удерживающая рамка; 5. Компьютер для сбора и обработки данных

В ходе данного эксперимента проводили нагрев экспериментального образца №1, двумя ксеноновыми лампами Bowens. Результатом тестов являлись последовательности из 500 термограмм, записанных с частотой 50 Гц. В дальнейшем для обработки использовали только последовательности из 25 изображений, соответствующих интервалу времени 0,5 с, в течение которых развивались и исчезали сигналы от коррозионных дефектов.

Полученные в ходе эксперимента данные тепловизионных изображений обрабатывали в программе TermoFit Pro.

Дефект №1. Дефектная зона с черным матовым покрытием, коэффициент отражения которого равен 0,96. Дефект №2. Слой бумаги, не плотно прилегающей к объекту.

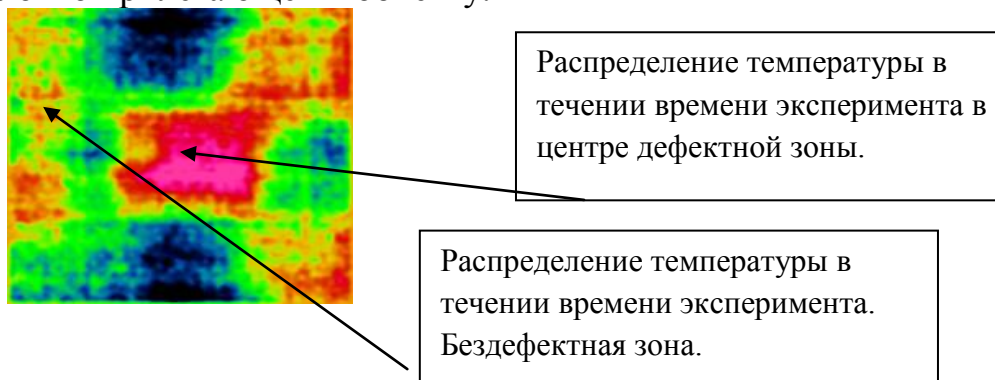


Рис. 4. PCA анализ

РСА анализ и Fourier анализ не дал результатов. По причине разогрева воздуха в полостях под оклеенной областью, выявления дефектов не представляется возможным

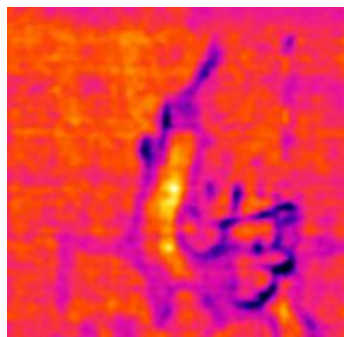


Рис. 5 РСА анализ

Дефект №3. Не окрашенная область с повреждением лакокрасочного покрытия.

На термограмме в зоне, где отсутствует лакокрасочное покрытие, не наблюдается температурных изменений из-за отражения вспышек ламп.

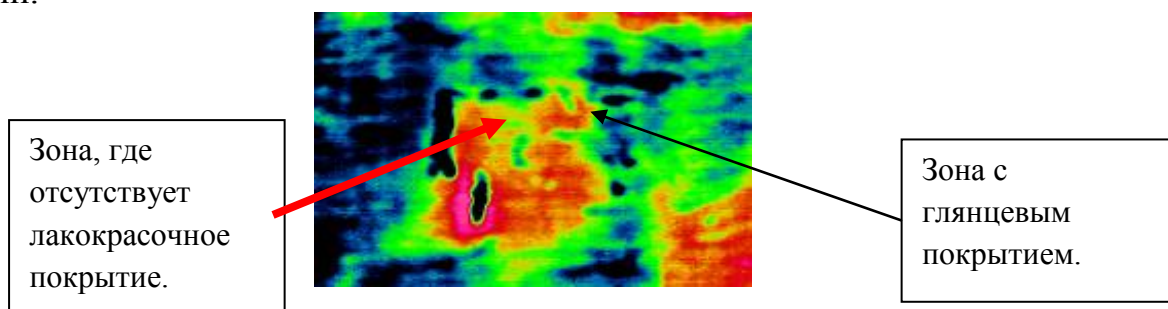
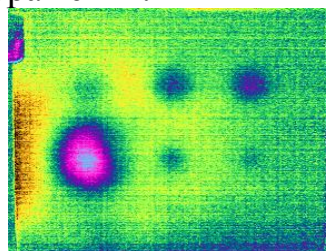


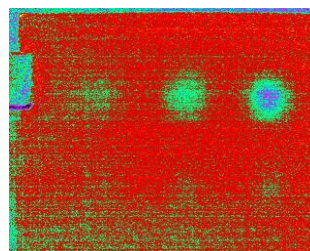
Рис. 6 РСА анализ

Для контроля образца №2 толщиной 6 мм. применялись следующие источники нагрева: промышленный фен мощностью 2 кВт, галогеновая лампа мощностью 500 Вт, резистивный полосовой нагреватель мощностью 2 кВт.

Сравнение техник нагрева продемонстрировано на рисунке 7, где приведены оптимальные инфракрасные изображения.



а) конвективный нагрев промышленным феном мощностью 2 кВт



б) оптический нагрев галогенной лампой мощностью 500 Вт



в) нагрев полосовым резистивным нагревателем мощностью 2 кВт, вручную перемещаемым вдоль поверхности объекта контроля

Рис. 7. Сравнение техник нагрева при испытаниях стандартного образца №2 толщиной 6 мм

Сравнительные результаты активного ТК образца №2 толщиной 6 мм Таблица 1

Источник нагрева	Число обнаруженных дефектов (из 9)
Промышленный фен	5
Галогенная лампа 500 Вт	4
Полосовой нагреватель	0

Заключение

В ходе эксперимента выбранные нами факторы, препятствующие обнаружению дефекта, дали отрицательный результат. Зона с покрытием из бумаги, не позволила обнаружить дефект на всей его площади, по причине разогрева воздуха в полостях под оклеенной областью. Зона с поврежденным лакокрасочным покрытием не дала объективного результата из-за сильного отражения в местах оголенного металла, а также область с глянцевым покрытием не показала ожидаемый результат. Зона с матовым покрытием показала самый объективный результат, так как коэффициент отражения равен 0,96.

Отрицательные результаты были получены с использованием полосового нагревателя, по-видимому, из-за неоптимальной скорости сканирования поверхности. Конвективный и оптический нагрев привели к сходным результатам, обеспечивая обнаружение от четырех до шести дефектов из имевшихся в образце девяти дефектов.

Список информационных источников

1. В.П. Вавилов Инфракрасная термография и тепловой контроль. – М.: ИД Спектр, 2009.-544с.
2. В.П. Вавилов Тепловые методы неразрушающего контроля: Справочник. М.: Машиностроение, 1991. – 264 с.
3. Вавилов В.П., Гринцато Э., Бизон П., Маринетти С. Обнаружение коррозии в стальных изделиях с помощью динамической ИК термографии // Дефектоскопия. 1994, № 9. – С. 56-65.

РАДИОВОЛНОВОЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ ИНОРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ТРУБОПРОВОДАХ

Стаднюк Е.И.

*Томский политехнический университет, г. Томск
Научный руководитель: Шиян В.П., к. ф-м.н., доцент кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

Своевременная диагностика технического состояния трубопроводов позволяет предупреждать аварийные ситуации, связанные с повреждениями трубопроводов в процессе их эксплуатации и минимизировать затраты на ремонтно-восстановительные работы.

Известен ряд способов получения информации о состоянии линейной части магистрального трубопровода, но они не позволяют получать информацию о состоянии магистрального трубопровода в совокупном виде и обладают низкой оперативностью.

Повышения достоверности и точности полученных результатов НК можно добиться за счет применения дополнительных методов, в частности, для обнаружения инородных объектов (ИО) в трубопроводах предлагается применять радиоволновой метод контроля.

Суть метода состоит в зондировании линии передачи (трубопровода-волновода) СВЧ импульсом наносекундной длительности с последующей фиксацией времени прохода отраженного от неоднородности импульса к входному концу волновода.

Для демонстрации СВЧ метода был разработан лабораторный макет, структурная схема которого приведена на рис.1.

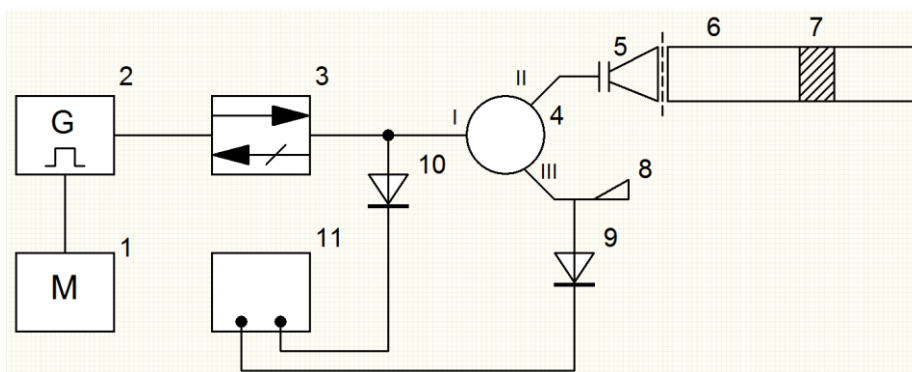


Рис. 1. Структурная схема лабораторного макета:

1 – модулятор импульсов; 2 – СВЧ генератор; 3 – ферритовый вентиль;
4 – циркулятор; 5 – трансформатор типа волны; 6 – труба; 7 – инородный объект (ИО); 8 – согласованная нагрузка; 9, 10 – детектор; 11 – осциллограф.

Сформированный генератором 2 импульс наносекундной длительности через ферритовый вентиль 3 поступает в плечо I циркулятора 4 и далее через плечо II циркулятора, трансформатор типа волны 5 поступает в контролируемую трубу 6 ($L = 1.5 \text{ м}$). С детектора 10 огибающая падающего импульса подается на запуск развертки осциллографа 11. Отраженный от ИО 7 импульс возвращается в плечо II циркулятора, через плечо III проходит в согласованную нагрузку 8 и поглощается в ней. С детектора 9 огибающая отраженного импульса подается на устройство 11, формируя временную метку, отстоящую от начала развертки на время t . Это время равно пробегу СВЧ импульса до ИО и обратно. Расстояние от точки ввода СВЧ импульса в трубу до ИО определяется по формуле

$$L_x = \frac{t \cdot v}{2}, \quad (1)$$

где v – скорость распространения СВЧ импульса по трубе.

Скорость распространения СВЧ импульса в трубе рассчитывается по формуле

$$v = c \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{\lambda_{кр}}\right)^2}, \quad (2)$$

где λ – рабочая длина волны, м;

c – скорость распространения ЭМВ в свободном пространстве, м/с;

$\lambda_{кр}$ – критическая длина волны, м.

С целью проверки работоспособности лабораторного макета было проведено несколько экспериментов.

На первом этапе были исследованы параметры зондирующего импульса. Для этого между трансформатором типа волны 5 и трубой 6 был помещен металлический отражатель (закоротка). По итогам эксперимента амплитуда импульса составила $U = 0.4 \text{ В}$. Длительность импульса на уровне напряжения 50 % от амплитуды равна $\tau_{и} = 5 \text{ нс}$.

Осциллограмма зондирующего импульса приведена на рисунке 2.

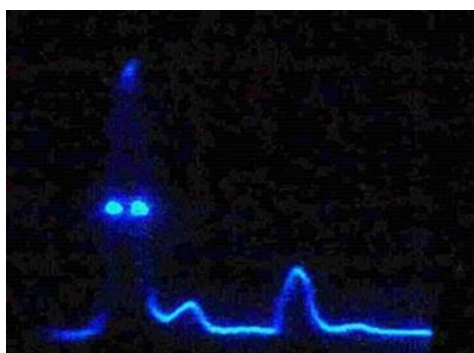


Рис.2. Осциллограмма зондирующего импульса

Затем были измерены параметры импульса отраженного от конца трубы закороченной металлическим отражателем. В этом случае амплитуда отраженного импульса составила $U = 0.33 \text{ В}$.

Осциллограмма отраженного импульса приведена на рисунке 3.

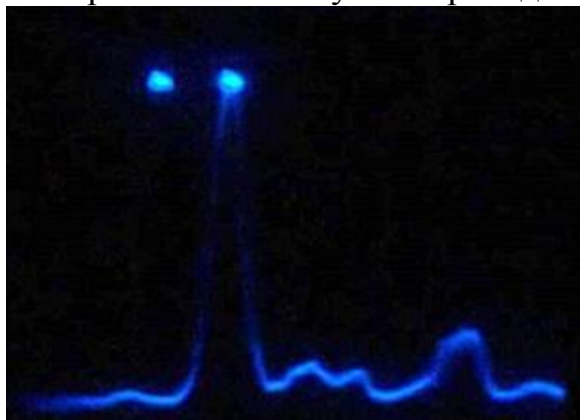


Рис. 3. Осциллограмма рефлексорного импульса от металлического отражателя

Яркостная метка №1 соответствует положению зондирующего импульса, а метка №2 – отраженному. Временной интервал между двумя этими импульсами составил $t = 10.2 \text{ нс}$.

Скорость распространения СВЧ импульса и расстояние до отражателя рассчитали по формулам 1 и 2.

$$v = 2.93 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}, L_x = 149.4 \text{ см}$$

Абсолютная погрешность измерения составила $\Delta = \pm 0.6 \text{ см}$.

На следующем этапе работы был поставлен эксперимент по обнаружению имитаторов ИО (№1 – металлический объект, №2 – лёд). Имитаторы ИО помещались на расстоянии одного метра от начала трубы.

Осциллограммы отраженных импульсов от имитаторов ИО №1 и №2 приведены на рисунках 4 и 5.

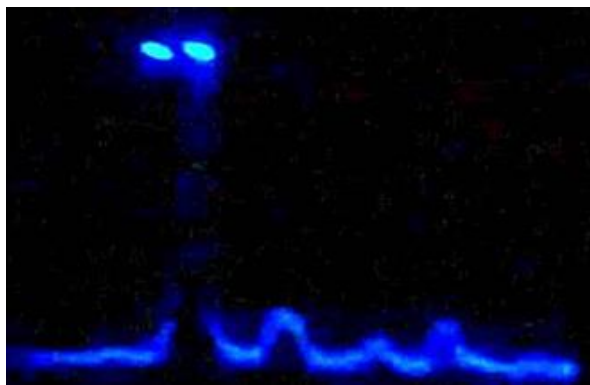


Рис. 4. Осциллограмма отраженного импульса от имитатора ИО №1
Временной интервал между зондирующим импульсом и импульсом от ИО составил $t = 6.8$ нс. Рассчитали расстояние до ИО.

$$L_x = 99.6 \text{ см}$$

Абсолютная погрешность измерения составила $\Delta = \pm 0.4$ см.

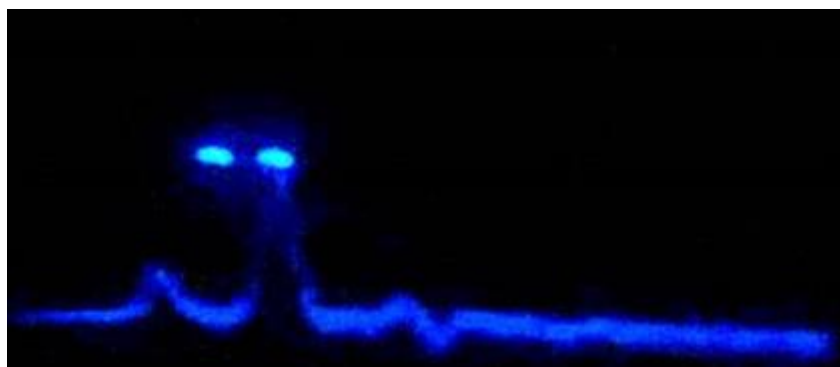


Рис. 5. Осциллограмма отраженного импульса от имитатора ИО №2

Временной интервал между зондирующим импульсом и импульсом от ИО составил $t = 6.7$ нс. Рассчитали расстояние до ИО.

$$L_x = 98.2 \text{ см}$$

Абсолютная погрешность измерения составила $\Delta = \pm 1.8$ см.

По итогам проведенных испытаний можно с уверенностью говорить о высокой степени работоспособности лабораторного макета.

В данных экспериментах основной погрешностью измерений является погрешность в измерении временных интервалов. Данная

погрешность относится к субъективной и обусловлена индивидуальными особенностями оператора. Для её устранения предлагается использовать высокоточное устройство для непосредственного измерения временных интервала и передачи данных на ПК.

Список информационных источников

1. Лебедев, И. В. Техника и приборы СВЧ: учебник для вузов / И. В. Лебедев; под ред. Н. Д. Девяткова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Высшая школа, 1970-1972.

2. Коровин, К. А. Метод определения местоположения инородных объектов в газопроводе / К. А. Коровин, В. П. Шиян // Качество – стратегия XXI века: материалы XIV Международной научно-практической конференции / Томский политехнический университет (ТПУ); Академия проблем качества России (АПК РФ), Томское отделение. — Томск: Изд-во ТПУ, 2009. — с. 147-150.

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫХ СИГНАЛОВ В ЗАДАЧЕ КОНТРОЛЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Степанова К.А., Баринов А.В.

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, г. Санкт-Петербург

Научный руководитель: Кинжагулов И.Ю., к.т.н., доцент кафедры измерительных технологий и компьютерной томографии

Успехи современного материаловедения способствуют созданию новых конструкционных материалов, определенные виды которых находят широкое применение в ракетно-космической технике и машиностроении. При производстве изделий из данных материалов необходимо осуществлять контроль их физико-механических характеристик. В некоторых случаях в результате несоблюдения заданных режимов при изготовлении изделий возможны появления различных дефектов, являющихся концентраторами напряжений и ухудшающие физико-механические свойства материала.

Также в результате долгой эксплуатации изделий в конструкционных материалах происходят необратимые изменения механических свойств – их деградация. Своевременная оценка степени этих изменений позволяет оценить остаточный ресурс работы оборудования.

В связи с этим большой интерес представляет развитие и разработка новых методов неразрушающего контроля конструкционных материалов и оценки их физико-механических свойств.

Одним из наиболее перспективных методов неразрушающего контроля и технического диагностирования является метод акустической эмиссии. Важнейшее достоинство данного метода заключается в том, что он позволяет исследовать различные процессы, происходящие в материале объекта контроля, в реальном времени, а также наблюдать динамику этих процессов. Метод акустической эмиссии широко используется для исследования динамической перестройки структуры в процессе пластической деформации и разрушения. Также этот метод обладает свойством интегральности, которое заключается в том, что, используя один или несколько преобразователей акустической эмиссии, установленных неподвижно на поверхности объекта, можно проконтролировать весь объект.

Другим методом оценки физико-механических свойств материалов является метод динамического индентирования с непрерывной регистрацией процесса удара. Он заключается в нанесении локального удара жестким индентором по испытываемому образцу и регистрации всей кривой изменения скорости перемещения индентора, которая позволяет получить исходную информацию о физико-механических характеристиках материала. Данный метод является эффективным инструментом в решении различных проблем пластической деформации и разрушения. Однако метод динамического индентирования позволяет осуществлять контроль, при котором определяются физико-механические свойства материала в локальной области.

Параметры акустико-эмиссионных сигналов, а также их спектральные характеристики при равных условиях зависят от физико-механических свойств исследуемого материала.

Целью исследования является повышение информативности оперативного контроля состояния конструкционных материалов неразрушающим способом на основе комплексирования методов акустической эмиссии и динамического индентирования.

При комплексировании данных методов имитатором акустико-эмиссионных сигналов выступает процесс ударного вдавливания жесткого индентора в испытываемый материал.

Индентор вызывает образование акустических сигналов в материале, тем самым нагружая объект контроля. Основными источниками акустической эмиссии в материалах являются движения дислокаций, сопровождающие пластическую деформацию или возникновение и рост трещин в структуре под напряжением.

Возникающие при этом акустико-эмиссионные сигналы регистрируются станцией акустической эмиссии и подвергаются дальнейшей интерпретации.

Для исследований была собрана экспериментальная установка, в состав которой входил объект контроля, прибор, позволяющий реализовать метод динамического индентирования, цифровая акустико-эмиссионная диагностическая система (рис. 1).

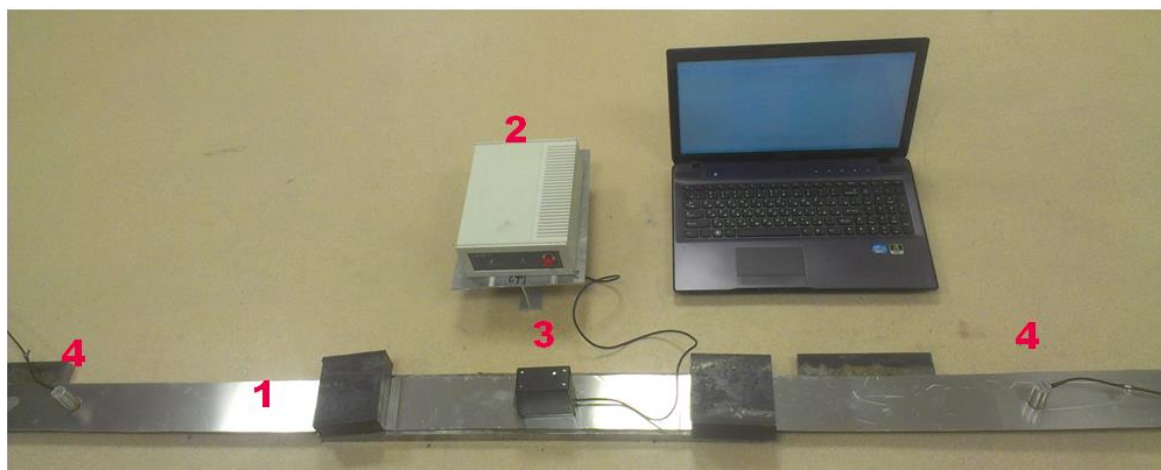


Рис. 1. Внешний вид экспериментальной установки:

1 – объект контроля, 2 – блок АЦП прибора, реализующего метод динамического индентирования, 3 – датчик (индентор), 4,5 – преобразователи акустико-эмиссионных сигналов цифровой акустико-эмиссионной диагностической системы

С помощью метода динамического индентирования были определены показатели физико-механических свойств в локальной области. Чтобы установить зависимость физико-механических свойств материала от параметров акустико-эмиссионного сигнала был использован энергетический критерий трещиностойкости – критерий Гриффитса, который определял граничное значение трещиностойкости материала.

В ходе работы были установлены зависимости основных параметров акустико-эмиссионных сигналов и их спектров от значений показателей физико-механических свойств конструкционных материалов.

Комплексный анализ спектральных характеристик акустико-эмиссионных сигналов, сгенерированных жестким индентором в объекте контроля и зарегистрированных акустико-эмиссионной аппаратурой позволяет установить зависимость между энергетическими параметрами акустико-эмиссионных сигналов и физико-механическими свойствами материала, определенными методом динамического

индентирования в локальной области. Исследование данной зависимости позволит определить критериальные показатели, позволяющие оценить однородность физико-механических свойств всего объекта контроля и диагностировать локальные неоднородности материала (трещины, включения и т.д.) на пути следования акустических сигналов.

Полученные в ходе работы результаты позволяют говорить о возможности перехода от разрушающих методов определения физико-механических свойств конструкционных материалов и оценки их состояния (степени деградации) к неразрушающим, путем комплексирования методов акустической эмиссии и динамического индентирования с последующим комплексным анализом акустико-эмиссионных сигналов.

Комплексирование двух методов позволит получить корректную информацию о физико-механических свойствах конструкционных материалов, анализ которой, в конечном счете, приведет к созданию новой методологии неразрушающего контроля, на основании которой появится возможность осуществлять оперативный и достоверный неразрушающий контроль изделий ракетно-космической техники.

Список информационных источников

1. Головин Ю.И., Тюрин А.И., Иволгин В.И., Коренков В.В. Новые принципы, техника и результаты исследования динамических характеристик твердых тел в микрообъемах [Текст] // Журнал технической физики. – 2000, том 70, вып. 5, – С. 82-91.

2. Старовойтов Э.И. Основы теории упругости, пластичности и вязкоупругости. – Гомель: БелГУТ, 2001. — 344 с.

3. Крень А.П. Развитие метода динамического индентирования для неразрушающего контроля вязкоупругих материалов // Дис. канд. техн. наук. – Минск, 2002. – 175 с.

4. Черняева Е.В., Мерсон Д.Л., Мещеряков Д.Е. Влияние предварительной деформации на спектр сигналов АЭ при индентировании образцов из стали 20. /Фазовые превращения и прочность кристаллов. Сб. тез. IV Междунар. конф. (4-8 сентября 2006 г.), Черногловка, 2006. С.159.

5. Мерсон Д.Л., Разуваев А.А., Виноградов А.Ю. Применение методики анализа спектральных образов сигналов акустической эмиссии для исследования повреждаемости покрытий TiN на стальной подложке. // Дефектоскопия, 2002. – № 7. – С. 37-46.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ УТОЧНЕНИЯ СХЕМЫ РАССТАНОВКИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПРИ АКУСТИКО-ЭМИССИОННОМ КОНТРОЛЕ

Сыч Т. В., Герасимов С. И.

*Сибирский государственный университет путей
сообщения (СГУПС), г. Новосибирск*

*Научный руководитель: Герасимов С. И., д.т.н., профессор, зав.
кафедрой строительной механики*

Одним из наиболее распространенных и широко используемых видов неразрушающего контроля остается акустический вид, который включает множество активных методов, в т.ч. ультразвуковой метод контроля, а также пассивные методы. К пассивным методам акустического вида неразрушающего контроля относится акустико-эмиссионный (АЭ) метод неразрушающего контроля. Этот метод находит применение во многих отраслях промышленности. На железных дорогах он широко используется на вагоноремонтных предприятиях при контроле литых деталей тележки. АЭ методом контролируют боковые рамы тележек грузового вагона и надрессорные балки тележки грузового вагона. Всего по сети железных дорог установлено более 40 АЭ комплексов.

За 2012-2014 годы на вагоноремонтных предприятиях акустико-эмиссионным методом было проконтролировано несколько тысяч боковых рам тележек грузовых вагонов. Достоверность АЭ контроля существенно зависит от положения преобразователей АЭ (ПАЭ) на объекте контроля. При этом целесообразно размещать ПАЭ в местах с максимальными перемещениями точек поверхности. В связи с этим актуальной является задача определения таких мест. Ввиду сложной геометрии реальных объектов, задачу целесообразно решать численным методом.

Для моделирования и анализа процессов распространения акустической волны в программном комплексе SOLIDWORKS была создана конечно-элементная модель боковой рамы тележки модели 18-100. Основные конструктивные элементы, ребра жесткости, характер сечений в детали, в модели были учтены.

Акустико-эмиссионный сигнал имитировали силой с амплитудой 1 кН и длительностью $1 \cdot 10^{-5}$ с. Направление приложения силы в буксовом проеме показано на рисунке 1а) стрелкой. Частота быстрой моды акустической волны, генерируемой таким импульсом, составляет 100 кГц. При этом длина волны распространяющихся колебаний составляет

более 6 см. Точка приложения силы выбиралась исходя из анализа обнаружения дефектов при контроле. Адаптивная генерация конечно-элементной сетки обеспечивала в области геометрических концентраторов (отверстия, скругления отливки, и т.п.) размер конечного элемента ~ 5 мм, то есть густота сетки составляла ~ 10 -12 конечных элементов на один характерный размер волны, что согласуется с требованиями работы [1]. Максимальный шаг дискретизации по времени выбирался равномерным и равным 10^{-6} с, что обеспечивало 10 точек на период длительности импульса [2].

Модель состояла из 133 541 узлов, 73687 элементов.

Теоретическая скорость распространения волны составила 5,9 мм/мкс. На рисунке 1а) – 1м) показаны результирующие поля перемещений узлов модели в моменты времени от 0 до 550 мкс с шагом 50 мкс. За 50 мкс волна по предварительной оценке проходит 26-30 мм. Результаты численного расчета распространения волны совпадают с этой оценкой.

На рисунке 2 представлена схема расстановки ПАЭ (а) в фронтальной плоскости YZ и распределение перемещений U_x в боковой раме (б) в момент времени $t=1 \cdot 10^{-3}$ с. Как было описано выше, в данный момент времени АЭ волна многократно отразилась от границ объекта контроля и поэтому процесс можно считать стационарным. На рисунке 2б) знаком «+» обозначены места, на которые должны быть установлены ПАЭ в соответствии с существующими технологическими картами. Из рисунка видно, что ПАЭ №9(12), №10(11), №13(16) установлены на боковую раму в места, где среднее распределение нормальных перемещений U_x , к которым ПАЭ являются наиболее чувствительными, стремится к нулю (зеленый цвет).

Анализ картин полей перемещений U_x позволяет выбрать узлы, перемещения в которых существенно больше, чем в местах штатной установки ПАЭ. В табл. 1 приведены в столбце 2 – величина абсолютных перемещений поверхности по нормали U_x , в местах, где на данный момент в соответствии с технологическими картами регламентируется установка ПАЭ, и в столбце 3 – усредненные перемещения в узлах в области, в которую рекомендуется перенести центры ПАЭ. В столбце 4 показано процентное соотношение перемещений из столбцов 2 и 3.

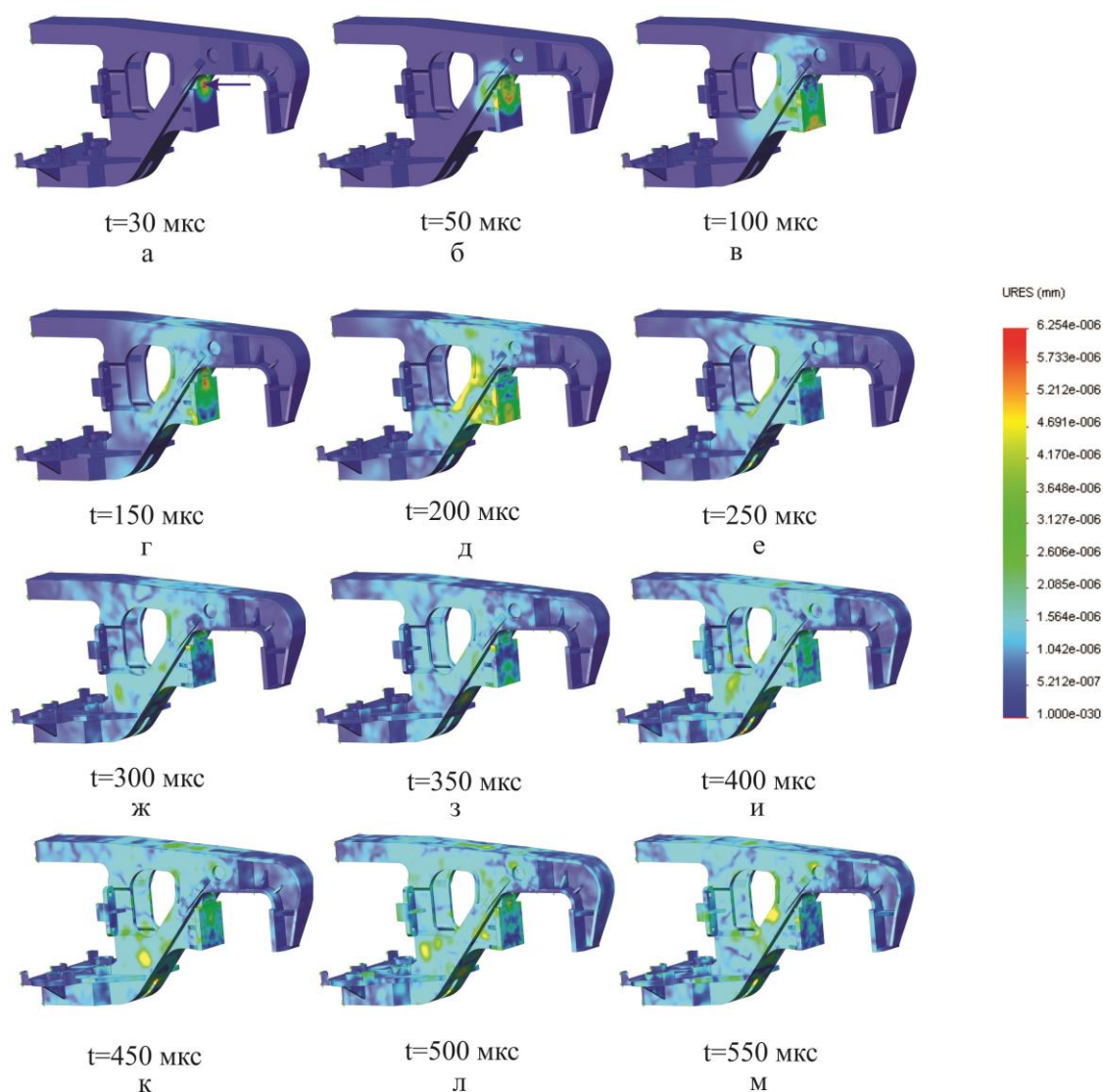


Рис. 1. Процесс распространения волны в боковой раме тележки грузового вагона

Таблица 1 – Коэффициенты, показывающие, во сколько раз увеличится амплитуда регистрируемой волны при перемещении ПАЭ в рекомендуемую область

Номер ПАЭ по схеме	Величина нормальных перемещений U_x в регламентированных узлах	Величина перемещений U_x в рекомендуемых узлах	Отношение
1	2	3	4
№9(12)	-1,11E-06	-2,02E-06	1,8
№10(11)	-6,88E-07	-8,56E-07	1,2
№13(16)	-2,19E-07	-1,43E-06	6,5

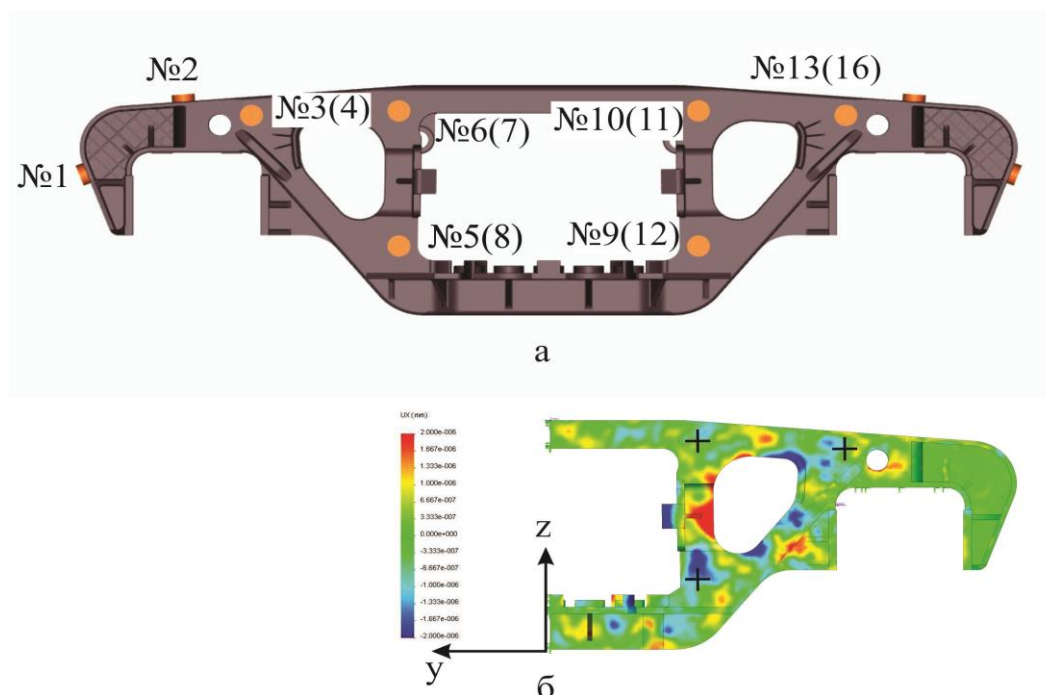


Рис. 2. Схема расстановки ПАЭ (а) и картина перемещений U_x при тестовом воздействии в момент времени 0,001 с (б)

С помощью метода конечных элементов получены результаты моделирования распространения акустической волны в объекте сложной формы, а также получено распределение перемещений поверхности объекта контроля, на которую устанавливаются ПАЭ. С использованием этих результатов уточнены места установки ПАЭ в существующей схеме расстановки:

ПАЭ №9 и №12 рекомендуется сместить на $z=41$ мм;

ПАЭ №10 и №11 рекомендуется сместить на $z=26$ мм и $y=-26,5$ мм;

ПАЭ №13 и №16 рекомендуется сместить на $y=49$ мм и $z=2$ мм.

Список информационных источников

1. Сыч Т.В., Герасимов С.И., Кулешов В.К. Моделирование распространения ультразвуковой волны через сварной шов / Контроль. Диагностика. – 2013, № 13. – С. 203-206.

2. Сыч Т.В., Герасимов С.И. Математическое моделирование акустических волн в пластине и в объемном теле сложной геометрической формы / Сборник трудов XII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии». – Национальный исследовательский Томский политехнический университет. Томск, 2014. – с. 170-171.

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ТЕПЛОВЫХ ВОЛН В АКТИВНОМ ТЕПЛОВОМ КОНТРОЛЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Фоминцева Ю.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Задача существенного улучшения качества продукции, следовательно, повышения ее надежности и долговечности может быть успешно решена при условии совершенствования производства и методов контроля качества продукции.

В настоящее время для выполнения одного из указанных выше условий широко применяется неразрушающий контроль, позволяющий проверить качество продукции без нарушения ее целостности и пригодности к использованию по назначению.

На сегодняшний день, ТК активно применяется для мониторинга композиционных материалов, которые широко используются во всех областях науки и техники, а также промышленности, в том числе в металлургии, машиностроении, энергетике, химической промышленности, электронике и т.д.

Основными дефектами композитов являются следующие технологические и эксплуатационные нарушения в структуре и конструкциях материалов:

- возникновение коррозии под краской и между слоями;
- расслоения и непрочности;
- ударные повреждения;
- наличия масла или воды в сотах обшивки самолета и т.д.

Наиболее распространенными способами активного ТК является импульсный метод и метод тепловых волн. В данной работе производилась реализация метода тепловых волн, который подразумевает гармонический нагрев. Этот метод предназначен для обнаружения глубинных дефектов.

Одной из разновидностей указанного метода является оптическая синхронная ИК – термография.

Исследуемое изделие подвергается тепловому воздействию посредством источника теплового нагружения на передней поверхности образца относительно источника. За счет процесса диффузии тепловая энергия внутри образца распространяется во всех направлениях. В присутствии скрытых дефектов тепловые потоки перераспределяются,

что приводит к появлению специфических температурных аномалий на передней и задней поверхности образца. Температурные аномалии регистрируются с помощью устройства для записи температуры с поверхности образца. Особенностью данного метода является то, что тепловое воздействие на образец происходит гармонически в течение определенного времени, при этом параллельно идет процесс снятия данных на ПК.

Исследования по реализации описанного выше метода производились на тонкой пластинке из углепластика размером 14 x 5 см и толщиной 1,8 мм, в которой дефекты в виде расслоения имитировались с помощью тефлоновой пластинки. Схема расположения дефектов приведена на рисунке 2.

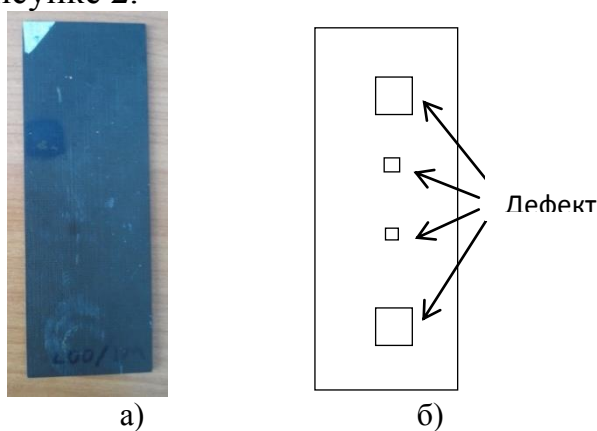


Рис. 2. Фотография образца (а) и схема расположения дефектов в образце (б).

Для нагрева тепловыми волнами использовалась обычная галогенная трубчатая лампа мощностью 1 КВт. Для регистрации термограмм использовался тепловизор NEC 9100. Управление нагревателем и тепловизором осуществлялась с помощью компьютерной программы ThermoLab, позволяющей управлять устройствами, вводить и обрабатывать данные с тепловизора, а также проводить обработку полученных термограмм.

В процессе экспериментов использовались различные периоды тепловых волн для тепловой стимуляции образца. Обычно использовалось от 5 до 10 периодов тепловой волны. Полученные температурные последовательности обрабатывались с помощью преобразования Фурье. Для каждой последовательности вычислялось преобразование Фурье во всем доступном частотном спектре, получались изображения амплитуд и фаз для полученных комплексных значений, и для частот, соответствующих лучшей видимости дефектов приводились изображения.

На рисунке 3 представлены изображения амплитуд для различных периодов T стимуляции тепловыми волнами, полученные после преобразования Фурье для исходных последовательностей. Термограммы представлены в различных диапазонах представления D , но с одинаковой «серой» палитрой. Выбор диапазонов D определялся максимальным контрастом изображения.

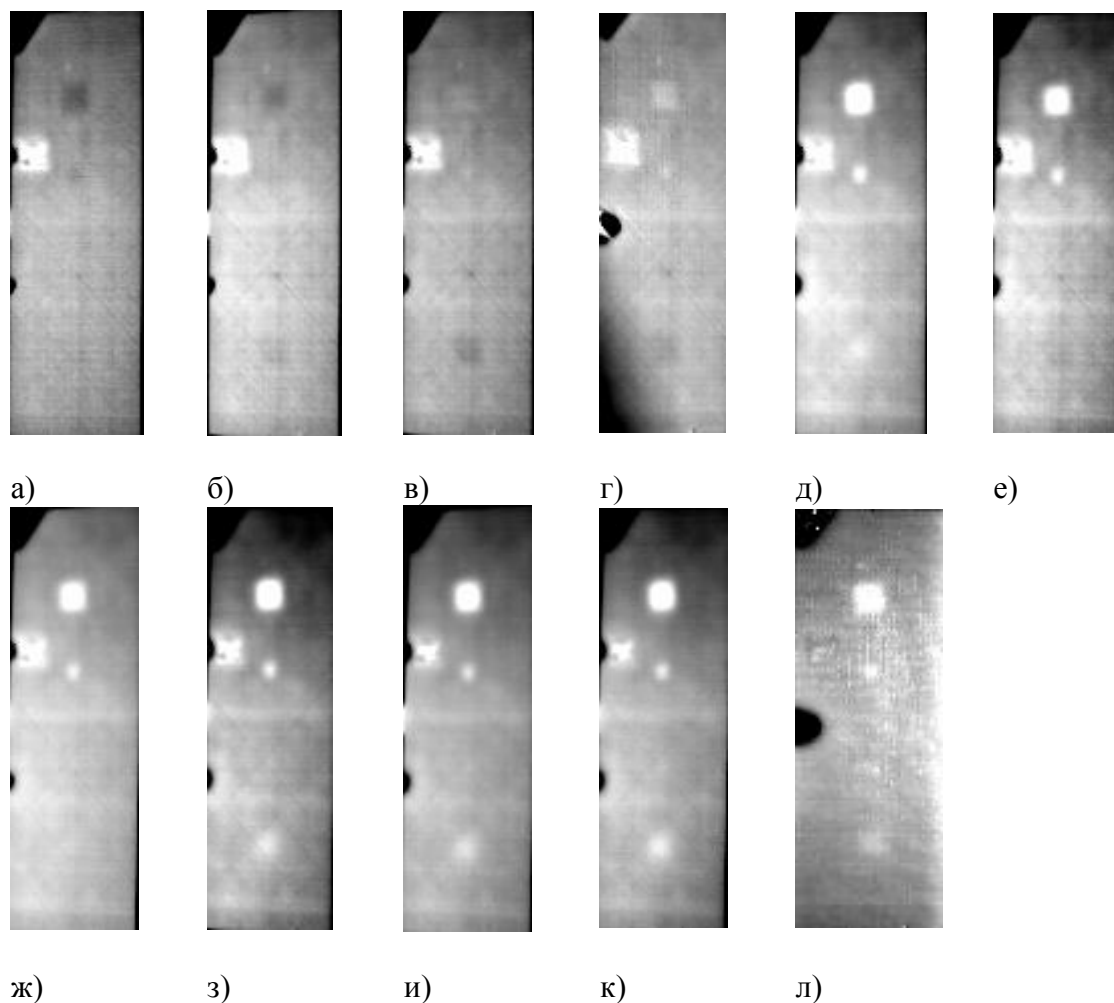


Рис. 3. Изображения амплитуд после преобразования Фурье.

а) $T = 1\text{с}$, $D = 0,2 \dots 0,3^{\circ}\text{C}$;	б) $T = 2\text{с}$, $D = 0,3 \dots 0,5^{\circ}\text{C}$;
в) $T = 3\text{с}$, $D = 0,5 \dots 0,6^{\circ}\text{C}$;	г) $T = 4\text{с}$, $D = 0,5 \dots 0,7^{\circ}\text{C}$;
д) $T = 5\text{с}$, $D = 0,9 \dots 1,1^{\circ}\text{C}$;	е) $T = 6\text{с}$, $D = 0,7 \dots 0,9^{\circ}\text{C}$;
ж) $T = 8\text{с}$, $D = 0,7 \dots 1,1^{\circ}\text{C}$;	з) $T = 12\text{с}$, $D = 1,0 \dots 1,3^{\circ}\text{C}$;
и) $T = 14\text{с}$, $D = 1,0 \dots 1,4^{\circ}\text{C}$;	к) $T = 16\text{с}$, $D = 1,1 \dots 1,5^{\circ}\text{C}$;
л) $T = 20\text{с}$, $D = 0,5 \dots 0,8^{\circ}\text{C}$	

На рисунке 4 представлены термограммы фаз, полученных после преобразования Фурье для исходных температурных последовательностей.

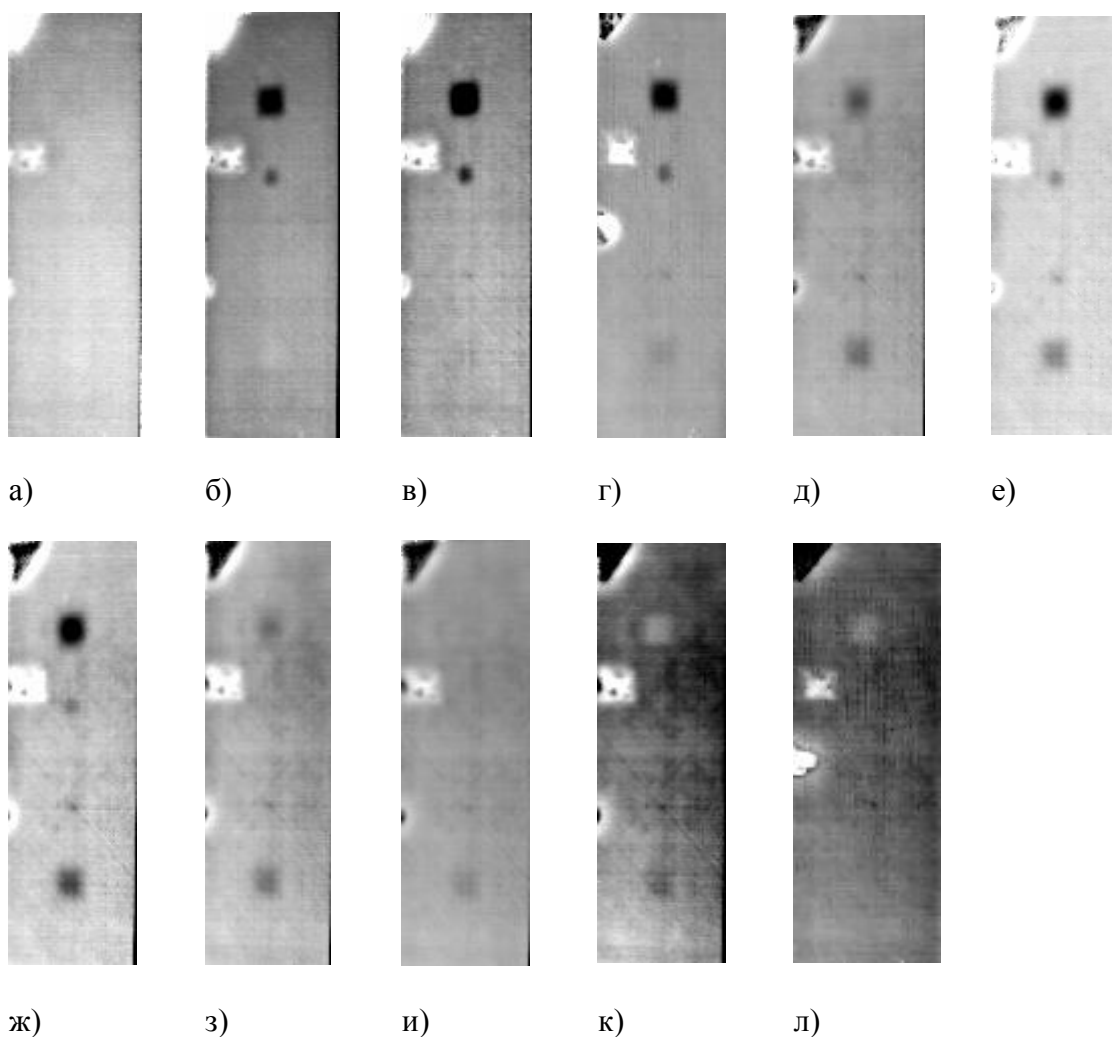


Рис. 4. Изображения фазы после преобразования Фурье.

а) $T = 1\text{с}$, $D = 0,3 \dots 0,6$ рад;	б) $T = 2\text{с}$, $D = 0,2 \dots 0,4$ рад;
в) $T = 3\text{с}$, $D = 0,4 \dots 0,6$ рад;	г) $T = 4\text{с}$, $D = 0,4 \dots 0,6$ рад;
д) $T = 5\text{с}$, $D = 0,5 \dots 0,7$ рад;	е) $T = 6\text{с}$, $D = 0,5 \dots 0,7$ рад;
ж) $T = 8\text{с}$, $D = 0,6 \dots 0,7$ рад;	з) $T = 12\text{с}$, $D = 0,5 \dots 0,7$ рад;
и) $T = 14\text{с}$, $D = 0,4 \dots 0,7$ рад;	к) $T = 16\text{с}$, $D = 0,6 \dots 0,7$ рад;
л) $T = 20\text{с}$, $D = 0,4 \dots 0,7$ рад	

Как можно заметить, видимость дефектов зависит от периода тепловой волны, изображения фазы после преобразования Фурье обладают большим отношением сигнал-шум по сравнению с изображениями амплитуд. С точки зрения максимального отношения

сигнал-шум наиболее оптимальными являются изображения фазы, взятые для периода тепловой волны равной 8 секунд (см. Рисунок 4, ж). Для данной термограммы минимальное отношение сигнал-шум составило 6,9.

Список информационных источников

1.В. П. Вавилов. Инфракрасная термография и тепловой контроль. - М.: Спектр, 2009 – 544с.;

2.В.П. Вавилов. Тепловые методы контроля композиционных структур и изделий радиоэлектроники. – М.: Радио и связь, 1984 – 152с.;

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ТОМОГРАФИЧЕСКОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМА ОБРАТНОГО ПРОЕКЦИРОВАНИЯ

Хайдукова В.М.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Проблема исследования внутренней структуры объектов была всегда важна во многих областях науки и техники, в особенности в медицине и неразрушающем контроле (НРК). Среди различных методов, используемых, для таких исследований рентгеновская компьютерная томография (КТ) является одной из самых лучших, ввиду возможности исследования всех типов материалов [1].

Рентгеновская КТ основана на измерении ослабления рентгеновского излучения, проходящего сквозь объект исследования. Используя данные измерения, называемые проекциями, которые собраны с разных сторон объекта, возможно вычисление (реконструкция) распределения плотности в исходном объекте. Математически, исходная проекция это прямое преобразование Радона, а реконструкция — обратное преобразование [2, 3].

В зависимости от измерений, реконструкция может быть двух- или трехмерной, и реализуется в виде специального алгоритма с большим количеством вычислений. Большое количество данных и вычислительная сложность алгоритмов реконструкции являются причиной значительного времени реконструкции [1].

В настоящее время, наиболее значима в практике так называемая конусная томография (схема сканирования с расходящимся пучком),

которая имеет значительное преимущество перед схемой сканирования с параллельным пучком — время измерения проекций значительно ниже. Однако, процесс реконструкции объекта по конусным проекциям более сложен, чем по параллельным проекциям [1].

С помощью источника радиационного излучения (рентгеновской трубки) и матричного детектора происходит сбор большого массива проекций объекта контроля. Таким образом, по имеющимся проекциям и по данным об ослаблении рентгеновского излучения, с помощью математических аппаратов, можно восстановить внутреннюю структуру объекта контроля а также получить модель объекта в трёхмерном виде. Каждая проекция получается при вращении объекта вокруг своей оси на один градус. Количество таких проекций зависит от требования к качеству контроля, но чем больше проекций, тем более качественным получится восстановленное изображение.

Моей задачей является разработка методики выполнения томографической реконструкции на основе алгоритма обратного проецирования с применением программы NRecon.

Программа NRecon пакета SkyScan используется для реконструкции изображений сечений по томографическим проекционным изображениям, обычно рентгеновским коническим проекциям [4, с. 3].

На рисунке 1 показан типичный вид программы NRecon.

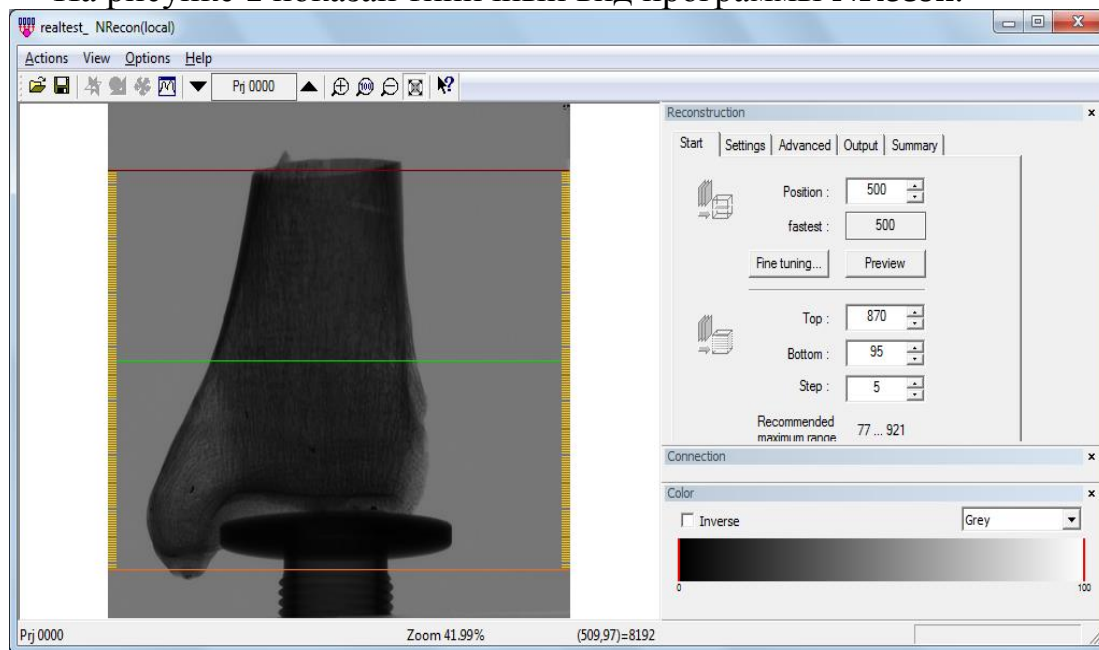


Рис. 1. Типичный вид NRecon для локальной версии

На окне программы NRecon имеется несколько окон: основной дисплей, на котором показываются изображения, окно реконструкции,

которое содержит несколько страниц/закладок (start, settings, advanced, output, summary), окно соединений, которое показывает статус и прогресс всех серверов, окно цветов, которое позволяет просматривать изображения на основном дисплее с разными цветами и масштабами [4, с.6].

Так как имеется только одна область для показа, используется несколько режимов показа: режим навигации, режим регулировки, режим просмотра, режим изображения и режим бездействия. Переключение с одного режима показа на другой выполняется переключением с одной страницы на другую в окне реконструкции

Общий сценарий реконструкции следующий: после загрузки набора данных, NRecon активирует страницу Start и дисплей переходит в режим навигации, в котором можно просматривать проекции. Далее пользователю необходимо перейти на страницу Settings для проверки параметров, как правило дисплей в режиме навигации позволяет пользователю проверить регулировку. После этого необходимо вновь вернуться на страницу Start, чтобы сделать предпросмотр.

После реконструкции сечения NRecon автоматически переходит на страницу Output для просмотра. Дисплей переходит в режим просмотра, где пользователь имеет возможность менять параметры, касающиеся финального выходного изображения.

Для регулировки других параметров необходимо перейти на страницу Advanced, а для просмотра параметров сканирования и параметров реконструкции на страницу Summary. После установки всех параметров, необходимо вернуться на страницу Start для начала полной реконструкции [4, с.7].

Программа реконструкции берет на входе проекционные изображения (также называемые теневыми изображениями) и выдает на выходе изображения сечений. Для успеха реконструкции, этот набор проекционных данных должен быть неповрежденным и снабжен необходимой информацией о параметрах захвата.

Только один формат входных данных опознается программой NRecon, это 16-битный TIFF формат.

Имена всех проекционных файлов должны быть образованы одинаково. Для каждого набора данных можно задать его имя, или префикс. Например, имеется 207-проекций данных названных "sample", за именем набора данных следует индекс из 4 цифр (или 8-цифр), начиная с 0, а именно, sample0000.tif, sample0001.tif, ..., sample0206.tif.

Параметры захвата сохраняются в текстовом файле (sample_par.txt, или sample_cfg.txt, или sample.log).

Данные не могут быть успешно загружены и реконструированы, если выполнено одно из следующих условий: 1. Один из файлов проекций потерян; 2. Файл с параметрами реконструкции потерян или испорчен; 3. Информация в текстовом файле и в проекционном изображении противоречива [4, с. 22].

В настоящее время методы компьютерной томографии широко используются в медицине, электронной и рентгеновской микроскопии, в геофизике и астрофизике, а также в других областях науки и техники.

Список информационных источников

1. Сорокин Н. Диссертация на тему «Система трехмерного обратного проецирования на основе программируемой матричной логики», 2003. 228 с.

2. Хермен Г. Восстановление изображений по проекциям. Основы реконструктивной томографии. М: Мир, 1983.

3. Наттерер Ф. Математические аспекты компьютерной томографии. М: Мир, 1990.

4. NRecon Руководство Пользователя, Skyscan NV, 2011. 24 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА

Халабузар Е.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Мойзес Б.Б., к.т.н., доцент кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

Гидравлические механизмы в различных машинах, особенно в машинах, автоматизирующих технологические процессы, находят в настоящее время очень широкое применение. Практика использования гидравлических систем автоматизации, как и следовало ожидать, немало определила теоретические разработки по этому вопросу.

Рассмотрим один из случаев зависимости движения поршня, его ускорений, скорости и пути перемещения, а также давлений, возникающих в рабочей полости цилиндра гидравлического механизма, в котором применена жесткая пружина для возвратного движения (рис. 1) [1].

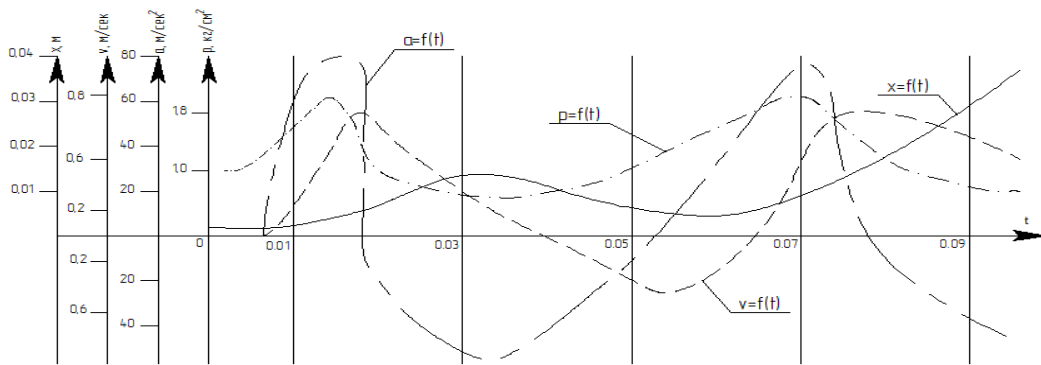


Рис. 1. Графики ускорения, скорости, пути поршня и давлений жидкости для поршневого гидравлического механизма с пружиной

Принципиальная схема механизма приведена на (рис. 2) [2]. Этот механизм подвижного упора работает циклично с другими механизмами машины. Жидкость из бака 1 через автоматически работающий распределитель 2 поступает в рабочий цилиндр 3 и, воздействуя на поршень и преодолевая действие возвратной пружины 4, поднимает подвижной упор 5. Опускание упора производится под действием пружины после установки распределителя во второе положение, при котором подпоршневое пространство сообщается с атмосферой.

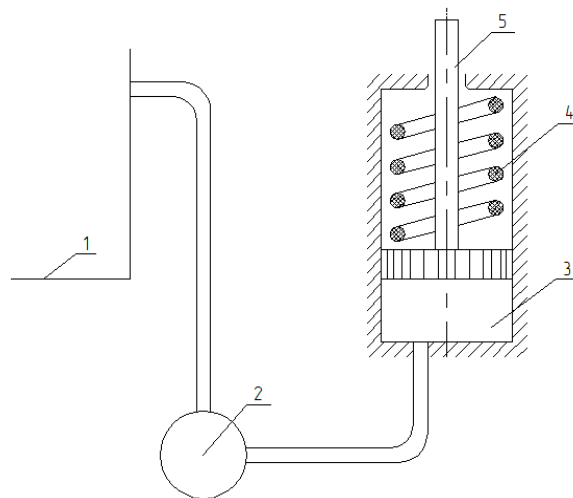


Рис. 2. Схема поршневого гидравлического механизма с возвратной пружиной

Из диаграммы движения видно, что в первый момент после трогания поршня с места происходит, как и в рассмотренных выше случаях, резкое нарастание ускорения. Одновременно с ускорением резко нарастает скорость поршня, который, перемещаясь сначала под действием давления жидкости, а потом по инерции, сжимает возвратную пружину, оказывающую тормозящее действие и накапливающую потенциальную энергию. Резкое увеличение

подпоршневого пространства приводит к падению давления в нем ниже атмосферного, в результате чего возникает дополнительное тормозящее усилие; однако, благодаря запасу кинетической энергии, поршень еще продолжает некоторое время перемещаться вверх, постепенно замедляя свое движение. Когда импульс движущей силы иссякнет, давление в рабочем пространстве цилиндра будет еще недостаточно, чтобы продолжать воздействовать на поршень и перемещать его вверх, и под действием сжатой пружины он начнет перемещаться в обратном направлении. Такое обратное движение будет продолжаться до тех пор, пока под поршнем снова не возрастет давление, достаточное для изменения направления его движения. При известных условиях, если перемещение поршня должно продолжаться дальше вверх, следует ожидать повторения возвратного движения, что для рассматриваемого процесса и имеет место.

Здесь следует отметить, что можно простыми мерами изменить законы движения рассматриваемого поршневого механизма, принудив работать его более спокойно. Этими мерами являются уменьшение жесткости пружины и увеличение проходных сечений трубопроводов. В результате применения этих мер сократится и время срабатывания пневматического механизма. Противодействие, развиваемое за счет сжатия пружины в рассмотренном механизме, всегда остается пропорциональным перемещению поршня и, таким образом, является заданным аналитически. Усилие пружины, если отнести его к единице площади поршня, можно рассматривать как противодавление, заданное той же функцией по перемещению поршня.

В более общем случае противодавление в поршневых гидравлических механизмах, возникает еще и за счет сжатия воздуха, истекающего из нерабочего пространства цилиндра во время перемещения поршня. Являясь более сложной функцией, а именно функциями перемещения поршня и времени, противодавление не может быть задано ни аналитически, ни графически.

Список информационных источников

1. Б.Н. Бежанов Пневматические механизмы / Москва 1957 Ленинград.
2. Глазов А.Н. Рабочие процессы пневмоударного механизма перфоратора // Известия Томского политехнического университета. – 2005. – Т. 308. – № 6. – С. 132–136.
3. Гидравлический и пневматический привод. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.bibliotekar.ru/7-gruzopodyyomnye->

ОЦЕНКА РИСКОВ В ОРГАНИЗАЦИИ

Халикова Р. Н.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Плотникова И.В., 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.

В современном мире проблема управления рисками наиболее актуальна. Риск — это сложная, иногда неразрешимая проблема. В настоящее время в практической деятельности российских предприятий, наблюдается стремление к организации управления рисками.

В управлении рисками нет готового пошагового плана действий, но, зная основные методы, способы и приёмы решения непредвиденных ситуаций, можно достичь заметного успеха и предотвратить в конкретной ситуации.

Риски и их влияние отражается на всех областях работы предприятия, тем самым ухудшая его финансовое положение, сбытовые возможности, способность отвечать по своим обязательствам и другие аспекты. Следовательно, тема моей дипломной работы является актуальной и важной. Так как создание на предприятии результативной системы управления рисками позволит снизить их влияние до минимального уровня.

Управление рисками, как и всякая управленческая деятельность, имеет свою процедуру (последовательность действий).

Как показывает анализ рис. 1, процесс управления рисками является цикличным. Цикл процесса, как правило, составляет один год или чаще в случае возникновения таких, например, событий, как изменение требований регулирующих органов, ввод новых мощностей и т.п. Однако отдельные шаги процесса являются непрерывными (мероприятий по снижению рисков).

Исследование процесса управления рисками начинается с идентификации рисков. Выявление рисков, как правило, осуществляется путем сбора статистических данных, анализа документов, проведения интервью или письменных опросов экспертов.

Далее все идентифицированные риски классифицируются по видам и регистрируются в реестре рисков. Реестр рисков является инструментом сбора и систематизации рисков компании и своего рода базой данных всех идентифицированных рисков. Пересмотр и обновление реестра рисков проводится регулярно.

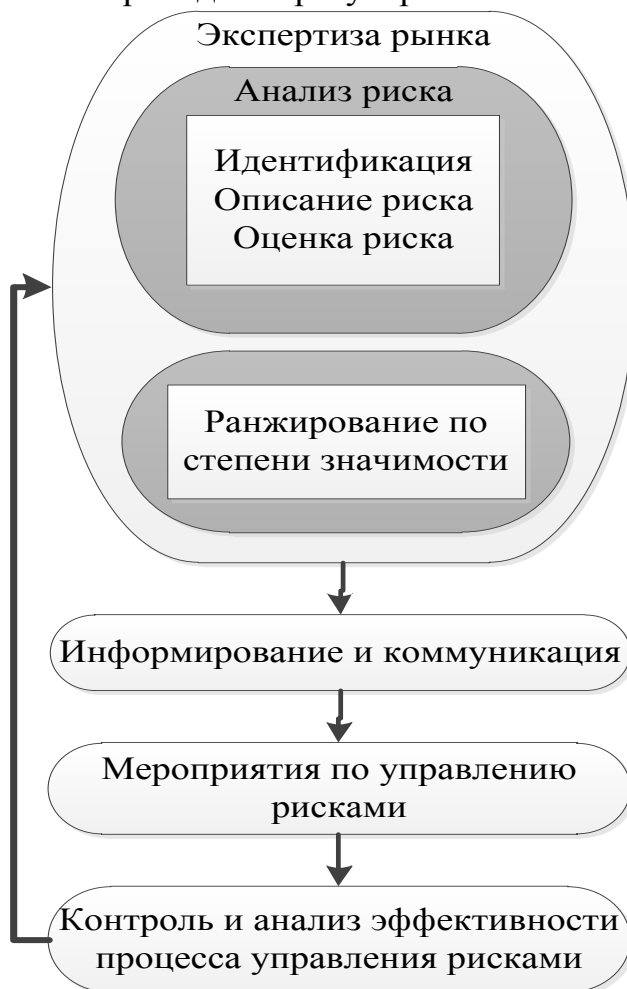


Рис. 1. Процесс управления рисками

При первоначальной идентификации рисков и создании реестров риска производится определение объектов системы риск-менеджмента. При повторении данного шага осуществляется проверка уже внесенных рисков на соответствие текущей ситуации, а также в реестр рисков вносятся новые риски (объекты).

После того как основные риски идентифицированы, производится оценка величины каждого риска. Она заключается в определении вероятности возникновения отдельного риска и величины влияния последствий в случае его возникновения.

Существует целый ряд методов оценки рисков, которые укрупненно можно разделить на две группы:

1) качественные методы оценки рисков («дерево причин», «дерево событий» и т.д.);

2) количественные методы оценки рисков (метод проверки устойчивости, метод Монте-Карло).

Результаты оценки вероятности влияния по каждому выделенному риску также фиксируются в реестре рисков.

Информация об идентифицированных и оцененных рисках предоставляется заинтересованным пользователям – как внутренним (менеджмент компании), так и внешним (акционеры и регулирующие органы) посредством регулярной отчетности.

Этап информирования и коммуникации служит основным связующим звеном системы риск - менеджмента и других управленческих систем предприятия, обеспечивая последних информацией о рисках для принятия обоснованных управленческих решений. От того, как организован процесс коммуникации, насколько информация о рисках представляется своевременно и в необходимом объеме, во многом зависит эффективность системы риск - менеджмента.

На основании полученной информации менеджмент компании принимает решения относительно подходов к управлению рисками, которые в зависимости от степени их значимости могут быть следующими (обычно выделяют четыре основных способа управления рисками):

1) отказ (уклонение) от риска (например, сворачивание деятельности, чреватой неприемлемым риском, отказ от сотрудничества с не надежным партнером);

2) передача риска (обычно на основе договора) от одной стороны другой (например, аутсорсинг или страхование);

3) сокращение риска – снижение вероятности (частоты) наступления рискованной ситуации и/или уменьшение размера ущерба (например, путем пространственного разнесения источников возникновения убытков или объектов, которым может быть нанесен ущерб, разнесения рисков во времени, введения ограничений на уровень рисков, диверсификации видов деятельности, зон хозяйствования, сбыта и поставок);

4) принятие риска, предполагающее самостоятельное устранение последствий наступления рискованной ситуации и покрытие убытков из собственных средств.

К уклонению от риска обычно прибегают в тех случаях, когда не представляется возможным снизить его до уровня, при котором

деятельность организации сохраняла бы свою целесообразность с учетом имеющихся альтернатив.

В других случаях, когда прибегают к передаче рисков или к их принятию, обычно используют те или иные методы их сокращения (помимо перечисленных выше способов локализации рисков, это могут быть средства внутреннего контроля, мониторинга внешней среды и т.д.).

Подводя итог, можно сделать вывод, что формирование системы риск-менеджмента начинается с определения объектов и субъектов системы, а также процесса управления рисками. Далее осуществляется разработка необходимой регламентной и методической базы, формирование технического задания на автоматизацию. После тестирования разработанных нормативных документов и информационной системы на этапе апробации система запускается в промышленную эксплуатацию. Рассмотренные этапы укрупненно применимы к созданию любой управленческой системы с той лишь разницей, что объекты, субъекты, логика процесса и содержание нормативных документов будут отличаться в зависимости от создаваемой управленческой системы.

Список информационных источников

1.Балдин, К. В. Управление рисками в инновационно-инвестиционной деятельности предприятия : учеб. пособие / К. В. Балдин, И. И. Передеряев, Р. С. Голов. – Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2011. – 420 с.

2.Воробьев, С.Н. Управление рисками в предпринимательстве / С.Н. Воробьев, К.В. Балдин. - М.: Дашков и К, 2013. - 482 с.

3.Костина, Ю. А. Сущность системы риск-менеджмента, ключевые элементы и этапы формирования / Ю. А. Костина // Финансы и кредит. – 2011. – № 14(446). – С. 66 – 70.

4.Лифшиц, А. С. Управленческие решения : учеб. пособие / А. С. Лифшиц. – Москва : КНОРУС, 2009. – 248 с.

5.Контроллинг рисков в деятельности промышленного предприятия [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.my-ikt.ru> (дата обращения 8.02.2010).

АНАЛИЗ РИСКОВ И КРИТИЧЕСКИЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ТОЧКИ КАК ЭТАП ВНЕДРЕНИЯ ПРИНЦИПОВ НАССР НА ПИЩЕВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Хасенова А.Б., Алимова А.Д.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Актуальность внедрения концепции НАССР обуславливается многими причинами. Безусловно, освоение принципов эффективного управления жизненно необходимо для предприятий, действующих в условиях жесткой конкуренции и осваивающих новые рынки. Рост объёмов российского производства в последние годы естественно приводит к обострению конкуренции, а потому обеспечение конкурентоспособности продукции становится актуальной темой практически для всех отечественных производителей.

Отсюда вытекает вопрос, а как повысить конкурентоспособность продукции? Существует два способа, такие как постоянное улучшение качества выпускаемой продукции или снижение цены на нее [1].

Так как пищевые производства относятся к отраслям, где требования к качеству и безопасности продукции стоят на первом месте, широкое распространение получила система управления качеством продукции на основе концепции НАССР (в переводе с английского Hazard Analysis and Critical Control Points – анализ рисков и критические контрольные точки) [2].

Принципы НАССР дают возможность обеспечить безопасность продукции путём устранения всех возможных опасностей в ходе производственного процесса. В некоторых странах мира внедрение систем НАССР обязательно и требуется по законодательству. Этот факт говорит о том, что внедрение таких систем для пищевых предприятий – это гарантия выпуска качественной и безопасной продукции.

В данной статье, речь пойдет об одном из основных этапах внедрения концепции НАССР на предприятии ОАО «АК Томские мельницы». Предприятие занимает доминирующее положение на рынке обеспечения мукой Томской области. Компанию отличает стабильное высокое качество, тому доказательство многочисленные награды: три губернаторских премии за качество, высшая награда Всероссийского конкурса «100 лучших товаров России», высшая отраслевая награда «Лучшая мельница России (2005 г), высшая награда мукомолов (2006 г), высшая награда в сфере производства продовольствия «За изобилие и

процветание России» (2007 г). Предприятие сертифицировано по международному стандарту ГОСТ Р ИСО 9001-2001 «Системы менеджмента качества. Требования». На предприятии существует многоступенчатая система контроля сырья и готовой продукции в лаборатории завода и в независимых лабораториях - санэпидстанции, ветеринарной службы, центре стандартизации метрологии и сертификации. Любая новая продукция обязательно сертифицируется, прежде чем поступить в продажу. География поставок, кроме Томска и Томской области - это Кемеровская, Иркутская области, Дальний Восток, Сахалин, Камчатка и т.д. [3].

Рабочей группой ХАССП были выявлены и оценены все виды опасностей, включая биологические (микробиологические), химические и физические, и выявлены все возможные опасные факторы, которые могут присутствовать в производственных процессах. По каждому потенциальному фактору был проведен анализ риска экспертным путем с учетом всех доступных источников информации с учетом вероятности появления фактора (В) и тяжести его последствий (Т) приведенные в таблице 1. Далее были построены границы допустимого риска на качественной диаграмме с координатами вероятность реализации опасного фактора - тяжесть последствий по рисунку 1.



Рис. 1. Диаграмма анализа рисков

Так, если точка лежит на границе или выше границы, фактор учитывают, если ниже - не учитывают. На основании полученных данных был составлен перечень факторов, по которым риск превышает допустимый уровень (выделен в таблице курсивом) [2].

Виды опасностей

Таблица 1

Процесс	Виды опасностей								
	Биологическое	Т	В	Химические	Т	В	Физические	Т	В
Отпуск зерна в производство	- Зараженность вредителями <u>- Грибы</u>	2 2	1 3	- Цвет - Запах - Влажность - Сорная и зерновая примесь - Число падения	1 1 1 1 1	1 1 1 2 1	Попадание частей оборудования	1	1
Подготовка зерна к помолу	- Зараженность вредителями - Грибы	1 1	1 1	- Влажность	1	1	- Сорная и зерновая примесь - <u>Металломагнитная примесь</u> - Минеральная примесь	1 3 1	1 2 1
Производство продукции	- Зараженность картофельной болезнью хлеба	1	1	- Количество клейковины - Качество клейковины - Хруст <u>- Крупность</u>	1 1 1 3	1 1 1 2	- Попадание частей оборудования	3	1
Упаковка							- Попадание посторонних предметов - Попадание предметов персонала	2 2	1 1
Хранение продукции	- Зараженность вредителями			- Влажность			- <u>Условия хранения;</u> - Повреждения и внешнее загрязнение мешка	3 2	2 2
Реализация продукции и проверка транспортных средств	- Зараженность вредителями	1	1				- Санитарное состояние: - <u>вагон, контейнер</u> <u>- речной флот</u>	1 3 3	1 2 2

Таким образом, в ходе данной работы была проведена идентификация и документирование потенциально опасных факторов производственных процессов (микробиологических, химических, физических). Проведен анализа рисков и выбор учитываемых опасных факторов по методике, приведенной в ГОСТ Р 51705.1-2001.

Список информационных источников

1. Менеджмент в пищевой промышленности Гаффорова Е.Б., Шушарина Т.Е., Цыпленкова М.В., Моисеенко И.В., Гуремина Н.В. Издательство «Академия Естествознания», 2011 г ISBN 978-5-91327-153-2/

2. ГОСТ Р 51705.1-2001 Системы качества. Управление качеством пищевых продуктов на основе принципов ХАССП. Общие требования.

3. Официальный сайт ОАО «АК Томские мельницы». - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <http://www.tomskmills.ru/> (дата обращения 08.09.2014г).

КОНТРОЛЬ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ВНЕШНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ТРЕХМЕРНОГО ТЕЛА ПРИ ЕГО ДВИЖЕНИИ

Цыбенков А.Н.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Одной из важнейших проблем в области ракетной и космической техники является нагрев поверхности тела при движении в земной атмосфере. При высоких температурах, воздействующих на тело, оно начинает изменять свои размеры и форму.

Многочисленные результаты наземных и летных испытаний свидетельствуют о том, что в течение гиперзвукового полета в плотных слоях атмосферы происходит унос материала с поверхности летательного аппарата.

В настоящее время для снижения уноса материала при входе в атмосферу разработана комбинированная конструкция носовой части летательного аппарата, состоящая из наружного графитового покрытия и внутреннего слоя тугоплавких материалов. Также для уменьшения влияния абляции в нашем конкретном случае форма конуса имеет эллиптическую переднюю поверхность (см. рис. 1).

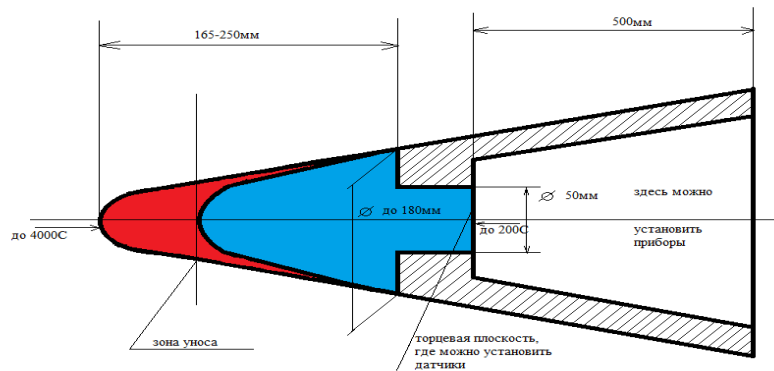


Рис. 1. Схема конусообразной головной части

Для тепловой защиты гиперзвуковых летательных аппаратов использует углерод-углеродные композиционные материалы (УУКМ).



Рис. 2. Наконечник из углерод – углеродного материала

Наш конус движется в атмосфере , температура поверхности уноса до 4000°C , температура внутри до 300°C .

Для контроля внешней поверхности защитного конуса нами предлагается использовать ультразвуковой эхо-метод. В данном методе обработка отражённого от объекта сигнала производится в той же точке, что и излучение. В момент времени T_0 (рис. 3) ультразвуковой передатчик излучает сигнал — пачку импульсов, продолжительностью Δt , которая распространяется в окружающей среде со скоростью звука c . Когда сигнал достигает границы объекта, часть сигнала отражается и приходит в приёмник в момент времени T_1 . Электронная схема устройства обработки сигнала определяет расстояние до объекта, измеряя время $T_1 - T_0$.

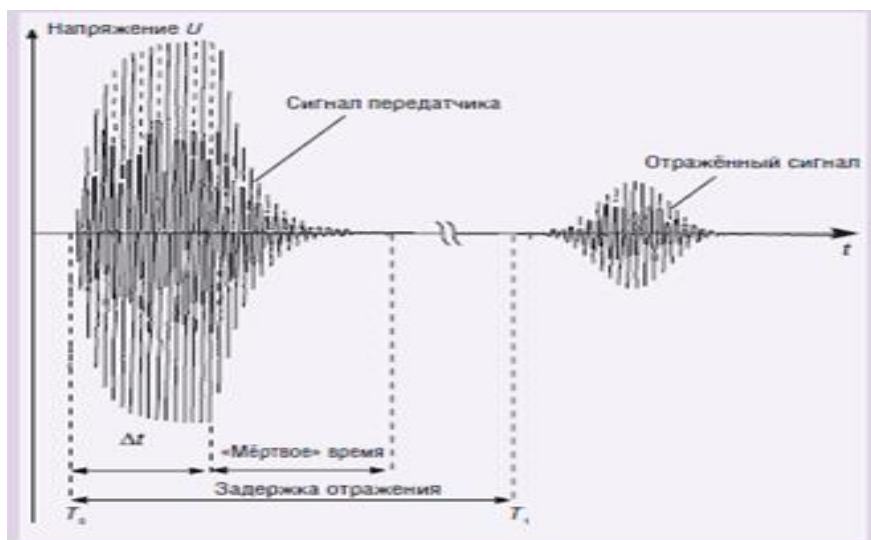


Рис. 3. Смысл ультразвукового эхо-метода

Благодаря тому, что пьезоэлектрический преобразователь может служить как излучателем, так и приемником ультразвуковых импульсов, появляется возможность создать ультразвуковые датчики расстояния с одним преобразователем. Такой преобразователь излучает короткий ультразвуковой импульс. Одновременно с этим, в датчике запускается внутренний таймер. Когда отраженный от объекта ультразвуковой импульс вернется обратно в датчик, таймер останавливается. Время, прошедшее между моментом излучения импульса и моментом, когда отраженный импульс вернулся в датчик, служит основой для вычисления расстояния до объекта.

Для реализации УЗ эхо-метода пьезоэлектрический преобразователь может быть расположен на плоской внутренней поверхности конуса. При этом к УЗ системе должны быть предъявлены следующие требования:

1. Рабочая температура в зоне расположения пьезопреобразователя при прохождении через атмосферу (время движения примерно 1 мин.) будет изменяться от 20 до 300°С.

2. Проблема в монтаже датчика на рабочую поверхность конуса, необходимость в веществах обеспечивающих хороший контакт датчика с поверхностью.

Среди множества пьезоэлектрических материалов (ПКМ) рассмотрим те, которые нашли широкое применение в измерительной технике таблица 1.1.

Таблица 1.1. Основные свойства пьезоэлектрических материалов для измерительной техники

Марка	Страна, фирма	Точка Кюри, °С	Диэлектрическая проницаемость	Пьезомодуль, d_{33} , пКл/Н	Рабочие температуры, °С	Максимальное давление, МПа	Изменения пьезомодуля, %, не более при действии		
							Т	Р	Т и Р
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ЦТС-19	Россия	280	1600	300	-60...200	-	+30	-	-
ПКР-1	Россия, РГУ	355	700	250	-60...200	-	-	-	-
ПКР-7М	Россия, РГУ	170	5000	750	-60...60	-	-	-	-
PZT-5A	США	300	1800	350	-60...150	-	-	-	-
841	США	320	1350	300	-60...160	-	-	-	-
850	США	360	1750	400	-60...180	-	-	-	-
855	США	250	3300	630	-60...120	-	-	-	-
ЦТС-26	Россия	350	1400	270	-60...250	-	+20		-
ЦТС-83Г	Россия, НКTB ПП	360	1200	220	-60...300	-	+25	-	-
ЦТС-Б	Россия, НКTB ПП	360	800	150	-196...300	10	+20...-20	-10	±15
Кварц	США, РСВ	576	4,5	2,3	-196...300	-	±1,5	-	-

	Piezotronic								
Кварц	Швейцария, Кистлер	576	4,5	2,3	-196...300	5300	±3	-	-
ТВ-2	Россия, НКТБ ПП	650	160	13	-196...350	300	+40...-15	-15	±15
ТВ-3	Россия, НКТБ ПП	650	170	14	-196...500	300	+30...-15	-15	±15
P14	США, Эндевко	650	175	15	-196...600	300	±15	-10	±10
Турмалин	-	>1000	-	2,1	-196...700	-	±5	-	-
ТНВ-1	Россия, РГУ	930	110	8	-196...700	150	+20...-10	-10	±15
P15	США, Эндевко	950	-	10	-60...800	10	±20	-	-
ПКР-61	Россия, РГУ	1200	35±5	10	-196...900	150	+20...-30	-20	±20
LiNbO3	-	1200	35±5	18	-196...900	10	±35	-	-
Лангасит	Россия	>1200	-	3,5	-196...900	-	±10	-	-

Из таблицы 1.1 выбираем пьезоэлектрический материал удовлетворяющий необходимым требованиям. Марка такого материала ТВ-3. Этот материал возьмем за основу датчика.

Для контакта с рабочей поверхностью датчика будем использовать термостойкие клеи обеспечивающие работоспособность клеевых соединений при рабочей температуре 300–400 °С (длительно) и до 1600°С (кратковременно). Такими свойствами обладают, карборансодержащие клеи ВК-20 длительно работоспособен при температурах до 400°С.

Список информационных источников

1. Э.З. Апштейн, Н.Н. Пилюгин, Г.А. Тирский, Унос массы и измерение формы трехмерного тела при движении по траектории в атмосфере Земли // Космические исследования. – 1979 – Т.17, № 2. С. 246.
2. В.В. Ключев, Неразрушающий контроль и диагностика / Справочник, М., Машиностроение, 2003.
3. С.П. Киселев, Физические основы аэродинамики ракет. М., Воениздат, 1976.
4. М.В. Богуш, Проектирование пьезоэлектрических датчиков на основе пространственных электроупругих моделей, Техносфера 2015.

CALS – ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Цыганкова М.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Ведяшкин М.В., к.т.н., ст. преподаватель
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

Современный международный рынок характеризуется жесткой конкуренцией, увеличением сложности и наукоемкости продукции, что ставит перед предпринимателями все новые проблемы. К их числу относятся:

- ограничение времени, необходимого для создания изделия;
- уменьшения различных затрат, необходимых для создания изделия;
- улучшение качества процессов проектирования и производства;
- гарантия гибкого и достоверного эксплуатационного обслуживания.

Наиболее актуальным направлением является использование CALS – технологий поддержки сложной наукоемкой продукции на всех этапах ее жизненного цикла от разработки до утилизации. Основанные на целостном электронном представлении данных и общем доступе к ним, такие инновационные технологии предоставляют возможность существенно

упростить выполнение этапов ЖЦ изделия и увеличить производительность труда, опираясь на опыт западных коллег примерно на 30 %.

Все субъекты единого информационного пространства могут беспрепятственно использовать сведения об изделии, такая возможность обеспечивается ключевым элементом CALS – международными стандартами, которые регламентируют представление данных и технологию доступа к ним, использование

В рамках международного комитета по стандартизации ISO/TC 184 «Automation systems and integration» подкомитетом SC 4 был разработан комплекс стандартов «Industrial automation systems and integration». Эти стандарты чаще всего используются предприятиями автомобильной, авиакосмической промышленности, на судостроительных предприятиях, а так же в других высокотехнологичных наукоемких областях науки и техники.

Использование технологий, стандартов и программно-технических средств CALS, направлен на предоставление пользователям следующих преимуществ:

- параллельное выполнение сложных проектов рабочими группами, это ведет к существенной экономии времени, отведенному на производство продукции;
- уменьшение количества бракованных изделий;
- совершенствование связей между предприятиями, которые участвуют в процессах ЖЦ изделий.

CALS – технологии влияют и на экономические показатели:

- уменьшение затрат на процессы производства новых изделий;
- значительное сокращение времени, необходимого для вывода на рынок инновационных изделий;
- повышение объема продаж тех изделий, которые снабжены электронной технической документацией, соответствующей требованиям международных стандартов.

Применение CALS стандартов на предприятии подразумевает:

- реформирование ряда процессов на предприятии, а именно всех стадий проектирования, конструирования, подготовки производства, закупки, управления производством;
- применение инновационных технологий;
- совокупное применение данных, которые получены на разных стадиях жизненного цикла продукта;
- применение международных и российских стандартов в сфере информационных технологий, для успешного, совместного использования и управления информацией.

Процесс разработки стратегии внедрения CALS стандартов начинается с анализа задач предприятия, выбора средств для решения задач, стоящих перед предприятием. Успешность внедрения CALS стандартов в большей степени зависит от того, насколько правильно и детально проработана методология внедрения этих стандартов на предприятие.

CALS технологии не исключают уже функционирующие автоматизированные системы проектирования предприятия, это лишь средство обеспечивающее их эффективное взаимодействие.

Основной целью CALS - технологий создание такой информационной структуры, при которой существующие системы интегрируются, и если необходимо, дополняются инновационными технологиями.

Начальным этапом улучшения информационной инфраструктуры является проверка всех автоматизированных систем, используемых для поддержки функционирующих и обеспечения совершенствуемых процессов. Анализ таких систем должен решить на какой ступени своего жизненного цикла они находятся в данный момент, какие систем сохранить, а какие изменить или разработать.

На этапе анализа необходимо определить состояние систем на данном этапе и инфраструктуры, используемых участниками виртуального предприятия, сюда входят заказчики, партнеры, поставщики и другие участники логистической цепочки, а также учитывать планы партнеров и их подходы к стандартизации.

Располагая информацией о применяемых на предприятии автоматизированных системах, объеме нужных для общего использования данных, имея знания о ключевых системах партнеров, заказчиков и поставщиков, следует начинать проектирование новой архитектуры расширенного предприятия.

Проектирование архитектуры - выбор аппаратных средств, сетевой инфраструктуры и программного обеспечения, для поддержки усовершенствованных процессов и нового стиля работы.

Одним из важнейших компонентов архитектуры является прикладное программное обеспечение. Рекомендации по выбору и совершенствованию прикладного программного:

- использование открытых систем, которые облегчают обмен и совместное использование информации;
- максимально возможный уровень интеграции между системами как внутри организации, так и с внешними участниками, причем степень интеграции и скорость ее осуществления должны определяться стратегией CALS;

- использование коммерческих программных продуктов, позволяющих использовать и предоставлять результаты работ в стандартном виде.

При разработке архитектуры информационной системы следует рассмотреть все прикладное программное обеспечение, используемое при создании, совместном использовании информации и управлении ею.

Для управления данными – используется проект PDM STEP SUITE, в основу которого лег стандарт ISO 10303 STEP, это проект обеспечивает средства описания структуры продукта, управления данными о продукте, управления проектом, технологическими потоками, управления конфигурацией продукта и т.д. В PDM разнообразие типов проектных данных поддерживается их классификацией и соответствующим выделением групп с характерными множествами атрибутов. Такими группами данных являются аспекты описания, т.е. описания изделий с различных точек зрения. Для большинства САПР машиностроения характерными аспектами являются свойства компонентов и сборок (эти сведения называют Bill of materials — BOM), модели и их документальное выражение (основными примерами могут служить чертежи, 3D модели визуализации, сеточные представления для конечно-элементного анализа, текстовые описания), структура изделий, отражающая взаимосвязи между компонентами и сборками и их описаниями в разных группах.

Вследствие большого объема проектных данных и наличия ряда версий проектов PDM должна обладать развитой системой поиска нужных данных по различным критериям.

В настоящее время наиболее известными PDM-системами являются ENOVIA и SmarTeam (Dessault Systemes), Teamcenter (Unigraphics Solutions), Windchill (PTC), mySAP PLM (SAP), BaanPDM (BAAN) и российские системы Лоцман:PLM (Аскон), PDM StepSuite (НПО "Прикладная логистика"), Party Plus (Лоция Софт).

Активы компании – это ее знания и разработки, они позволяют уверенно планировать будущее и располагать конкурентными преимуществами. Главная целостность системы – управление такими знаниями. Технические решения CALS определяют концепцию коллективного функционирования и сквозного проектирования. Внедрение CALS-технологий на основе это значительная экономия и приобретение дополнительной прибыли, именно поэтому эти технологии повсеместно применяются в промышленности развитых стран. На предприятии будут развиты: оперативное реагирование на изменение рыночной ситуации, уменьшение затрат; повышение качества продукции. Для наиболее продуктивной работы CALS-технологий необходимы «внутренние» предпосылки, особенно готовность руководства и персонала предприятия к внедрению CALS-технологий, а также наличие необходимых средств

вычислительной техники и сетевого оборудования, программного обеспечения.

Список информационных источников

1.Схиладзе А.Г. Автоматизация технологических процессов в машиностроении: Учебное пособие/ Схиладзе А.Г., Бочкарев С.В., Лыков А.Н., - Пермь: КГТА,2010 – 505 с.

2.Левин А.И. Журнал: Технологические системы/ А.И. Левин, Е.В. Судов – Киев: Информационные технологии, 2004. – 50 с.

3.НИЦ CASE – технологии: | Электронный ресурс | - режим доступа <http://www.cals.ru/> (дата обращения: 20.04.2015).

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ КАПИЛЛЯРНОГО КОНТРОЛЯ

Чеховских В.И.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Поверхностные слои деталей, узлов, агрегатов машин, сооружений и конструкций в процессе изготовления, обработки и длительной эксплуатации подвергаются различным видам неблагоприятных факторов. В процессе продолжительной эксплуатации объектов длительного использования именно поверхностные слои подвергаются преждевременному износу и, безусловно, являются наиболее вероятным местом появления дефектов.

К достоинствам капиллярных методов в их классических реализациях следует отнести: простоту, высокую чувствительность, не слишком высокие требования к квалификации обслуживающего персонала.

Наряду с достоинствами капиллярным методам неразрушающих испытаний присущ ряд существенных недостатков: большая трудоемкость, низкая производительность, выявление только дефектов выходящих на поверхность, ограничение применимости к классу изделий из пористых материалов, затрудненность автоматизации технологических операций, идентификация дефектов и интерпретация результатов испытаний существенно зависит от субъективного фактора.

Особенно это относится к проблеме распознавания образов следов дефектов, их идентификации и оценки пригодности объекта контроля к дальнейшей эксплуатации.

Можно сформулировать ряд задач исследований, связанных с совершенствованием регистрации, метрологического обеспечения обработки результатов капиллярной дефектоскопии:

1. Обоснование выбора фоторегистратора для фиксации результатов капиллярной дефектоскопии, исходя из класса чувствительности капиллярной дефектоскопии;

2. Оценка реальных метрологических характеристик фоторегистраторов применительно к измерению размеров оптических неоднородностей.

Отнесение той или иной реализации метода капиллярной дефектоскопии к заданному классу чувствительности определяется шириной трещины Δ в мкм, которая надёжно выявляется с помощью применяемого метода. Принято считать¹, что соотношение ширины следа трещины $\Delta_{сл}$ и ширины раскрытия трещины n_k может быть близко к 10:1. Запишем связь $\Delta_{сл}$ и Δ в общем виде

$$\Delta_{сл} = n_k \Delta. \quad (1)$$

Для обоснованности выбора регистратора размеры изображения индикаторного следа дефекта m_{int} в пикс на рис. 1 представлены в виде проекции следов идеализированных дефектов для различной ориентации относительно фотоматрицы.

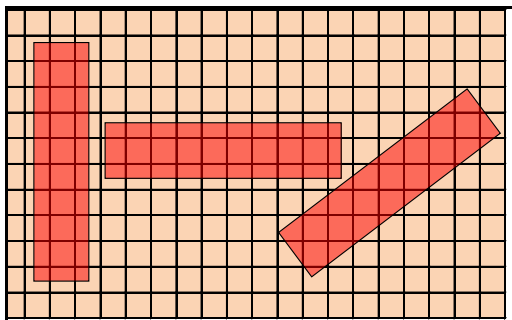


Рис. 1. Изображения следов дефектов различной ориентации

Из анализа рисунка 1 логично сделать допущение, что размер изображения индикаторного следа дефекта m_{int} с учётом произвольности ориентации протяжённых дефектов относительно границ фотоматрицы должен быть не менее 5 пикс

$$m_{int} \geq 5 \text{ пикс} . \quad (2)$$

¹ГОСТ 18442-80

С учётом определения коэффициента k и формул (1) и (2) получим формализованную запись для обоснованного требования к коэффициенту линейного преобразования k

$$k = \frac{m_{int}}{\Delta_{сл}} = \frac{m_{int}}{n_k \Delta} \geq \frac{5}{n_k \Delta}. \quad (3)$$

Отметим, что значение коэффициента n_k определяется экспериментально. Значение коэффициента линейного преобразования k легко оценивается по изображениям эталонов линейных размеров линеек, мир и т.п. Обозначим $k_{мм}$ количество пикселей в изображении отрезка длиной 1 мм. С учётом этого и утверждений относительно n_k выражение (3) может быть записано следующим образом

$$k_{мм} 0,01 \Delta \geq 5, \quad (4)$$

здесь размерность коэффициента 0,01 мкм/мм.

Для иллюстрации на рис. 2 приведено изображение оптической миры № 16, размер – 40 % от исходного изображения. Ширина белых и чёрных полос равна 0,6 мм. Изображение получено фотокамерой NIKONCOOLPIXL820, размер изображения 4608×3456. Оценка ширины полосы миры производилась с помощью программы Diada. Было получено значение $k_{мм}=80$ пикс/мм. Минимальное значение ширины раскрытия трещины определяется из неравенства (4) $\Delta_{min}=500/80 \approx 6,25$ мкм. Это означает, что использованная в эксперименте фотокамера может быть использована при анализе результатов капиллярной дефектоскопии по второму классу чувствительности.



Рис. 2. Изображение оптической миры № 16

Проведённый анализ позволяет сделать вывод о применимости ограничений (3), (4) для выбора фоторегистраторов для фиксации и обработки результатов капиллярной дефектоскопии.

Ранее сказано, что измерение линейных размеров изображений оптических неоднородностей невозможно без предварительной оценки коэффициента линейного преобразования $k_{мм}$. Для повышения точности оценки $k_{мм}$ можно воспользоваться контрольным отрезком длиной $L > 1$ мм.

Пусть изображение контрольного отрезка имеет длину l_{pix} , тогда значение $k_{\text{мм}}$ оценивается с помощью простейшей формулы

$$k_{\text{мм}} = l/L. \quad (5)$$

Значение $k_{\text{мм}}$ может быть определено по любому эталонному контрольному отрезку. В качестве эталонного отрезка используются оптические миры. Такие оптические миры представляют собой набор чередующихся чёрных и белых полос одинаковой ширины d . Значение ширины полосы задаётся в описании миры. Можно порекомендовать использование для оценки $k_{\text{мм}}$ вместо выражения (5) формулу

$$k_{\text{мм}} = l/(nd), \quad (6)$$

здесь n – общее число белых и чёрных полос в контрольном расстоянии.

Для подтверждения замечания, указанного выше, была проведена серия экспериментов по оценке влияния условий фотографирования на значение коэффициента $k_{\text{мм}}$. Использовалась мира с шириной единичной полосы $d=0,6$ мм. Изменяли размер изображения миры $M \times N$, где M , N в пикселях. В целях достижения максимального значения коэффициента при заданном размере изображения варьировали расстояние от фотоаппарата до объекта контроля. В таблицу 1 сведены результаты экспериментов по оценке значения коэффициента $k_{\text{мм}}$.

Таблица 1. Значение коэффициента линейного преобразования $k_{\text{мм}}$

$M \times N, \text{pix}^2$	$k_{\text{мм}}, \text{pix/мм}$
1600×1200	49
1600×1200	51
2272×1704	64
2272×1704	69,44
3264×2448	64,67
4608×3456	80,75
4608×3456	91,75
4608×3456	93,75
4608×3456	92,75

Данные, приведённые в таблице, позволяют сделать заключение о существенном влиянии расстояния от фоторегистратора до объекта контроля. Оптимальный выбор указанного расстояния позволит увеличить коэффициент линейного преобразования $k_{\text{мм}}$ до 93,3 pix/мм , что на 16–17 % больше значения, указанного ранее, а это для исследуемой задачи весьма существенно.

Список информационных источников

1. ГОСТ 18442 – 80 Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования. Москва, Государственный комитет СССР по стандартам 1980. - 23 с.

2. Калиниченко Н. П. , Гаврила А. Ф. Определение разрешающей способности видеозндоскопа EVEREST XLG3m [Электронный ресурс] // Вестник науки Сибири. - 2012 - №. 4 (5). - С. 72-82. - Режим доступа: <http://sjs.tpu.ru/journal/article/view/424> .

3. Филинов М.В. Повышение точности количественных оценок поверхностных дефектов и структур металлов по их цифровым изображениям в оптическом неразрушающем контроле :автореф. дис. ... канд. тех. наук. – Москва, 2007.- 359 с.

4. Неразрушающий контроль: Справочник: В 8т./ Под общ.ред. В.В. Клюева. –2е изд., перераб. и испр. Т.4: В 3кн. Кн. 3: М.В. Филинов. Капиллярный контроль. – М.: Машиностроение, 2006. – 736 с.: ил.

ФОРМИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ В КОМПЛЕКСАХ ЦИФРОВОЙ РАДИОГРАФИИ С ФУНКЦИЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ

Чинь Ван Бак

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Осипов С.П., к.т.н., доцент кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

Задачи измерения толщины разнообразных объектов контроля (ОК) характерны для многих отраслей науки, техники, промышленности и строительства. В настоящее время для оценки толщины успешно используют оптические, визуально-измерительные, электромеханические, ультразвуковые, радиационные и другие методы неразрушающих испытаний, у каждого из которых имеются свои области применения и свои ограничения. Методы, основанные на анализе ослабления рентгеновского излучения объектом, являются непревзойдёнными при испытаниях ряда ОК по чувствительности и производительности. Вопросы, связанные с разработкой и совершенствованием рентгеновских трансмиссионных измерителей толщины, широко обсуждались и продолжают обсуждаться в научной литературе [1–4]. В последние десятилетия происходит бурное развитие цифровой радиографии. Цифровые радиографические комплексы применяются не только для визуализации, то есть получения теневых изображений ОК, но и для измерительных задач, в частности, оценки распределения толщины по объекту контроля. Точное измерение профилей крупногабаритных ОК с помощью высокоэнергетических комплексов цифровой радиографии (ВЦР) остаётся одной из самых актуальных проблем, стоящих перед неразрушающими методами испытаний. С этой глобальной

проблемой связан ряд задач, среди которых особый интерес представляют вопросы формирования и обработка радиографической информации.

В качестве источников рентгеновского излучения в современных комплексах ВЦР используют бетатроны и линейные ускорители. Для формирования первичных цифровых радиографических изображений ОК сканируют узким пучком рентгеновского излучения, ограниченного щелевым коллиматором. Излучение регистрируется радиометрическими детекторами. В комплексах ВЦР наиболее распространены детекторы на основе сцинтилляторов. Энергия, оставленная в сцинтилляторах фотонами, трансформируется в свет, далее полупроводниковыми детекторами в электрический ток, а затем аналогово-цифровыми преобразователями (АЦП) сигнал J превращают в цифровой сигнал J_d .

Совокупность аналоговых сигналов, сформированную в процессе сканирования, является виртуальным радиографическим изображением J , представляющим собой матрицу размерностью $M \times N$. Здесь M – число детекторов в линейке, а N – число шагов сканирования. В процессе оцифровки J превращается в цифровое радиографическое изображение J_d

$$J_{dnm} = [J_{nm} C(2^k - 1) / J_{0m}], \quad (1)$$

здесь $[x]$ – целая часть x ; k – разрядность АЦП; J_{0m} – аналоговый сигнал с m -го детектора без ОК; $C, C < 1$ – коэффициент учёта флуктуаций.

На стадии калибровки для $m=1 \dots M$ определяются уровни собственных шумов детекторов f_m и уровни цифровых сигналов без ОК J_{d0m} . В результате преобразований изображение J_d трансформируется в изображение Y , элементы которого представляют собой лучевые толщины ОК по линиям, связывающим источник и центры соответствующих детекторов. Формула, описывающая преобразования, имеет вид

$$Y_{mn} = \ln \frac{J_{d0m} - f_m}{J_{dmn} - f_m}, \quad m=1 \dots M, \quad n=1 \dots N. \quad (2)$$

Для унификации испытуемых материалов ОК на практике измеряют толщину в г/см^2 . В соответствии с задачей, поставленной во введении, это означает, что Y должно быть трансформировано в изображение $R = \{(\rho H)_{mn}, m=1 \dots M, n=1 \dots N\}$. Для этого необходимо построить уравнение измерителя толщины, то есть описать зависимость $\rho H(Y)$.

Уравнение связи ρH с измеренным значением лучевой толщины Y опишем выражением

$$F(\rho H) = Y, \quad (3)$$

здесь F – функция от ρH . Необходимым требованием к функции F является существование обратной функции F^{-1} на всём диапазоне определения F . Из (3) следует, что искомое уравнение имеет вид

$$\rho H = F^{-1}(Y). \quad (4)$$

Обратную функцию F^{-1} можно построить по результатам испытаний ступенчатого тестового объекта, изготовленного из материала, идентичного материалу ОК. В процессе тестовых испытаний формируется таблица $T = \{(\rho H_i, Y_i), i=1 \dots i_0\}$, здесь i_0 – количество уровней фактора ρH . Таблица T используется непосредственно либо для подбора аппроксимации G к F^{-1} . В качестве аппроксимации G можно использовать, например, полиномы или дробно-рациональные функции.

Для оценки качества приближения G к F^{-1} целесообразно использовать максимальное поточечное расхождение измеренных и истинных значений ρH на всём диапазоне изменения

$$\Delta_{\rho H} = \max_{\rho H_{\min} \leq \rho H \leq \rho H_{\max}} |G(Y) - \rho H|. \quad (5)$$

Оценка качества приближения G к F^{-1} невозможна без анализа расчётных или экспериментальных зависимостей $Y(\rho H)$.

Выражение для вычисления Y лучевой толщины ОК с массовой толщиной ρH для источника рентгеновского излучения с максимальной энергией в спектре E_0 имеет вид

$$Y = F(\rho H) \approx \ln \frac{\int_0^{E_0} \bar{E}_{ab}(E) f(E, E_0) \varepsilon(E) dE}{\int_0^{E_0} \bar{E}_{ab}(E) f(E, E_0) e^{-m(E)\rho H} \varepsilon(E) dE}, \quad (6)$$

где $\bar{E}_{ab}(E)$ – среднее значение энергии, оставленной фотоном в сцинтилляторе [5]; $m(E)$ – массовый коэффициент ослабления излучения с энергией E материалом ОК [5]; $f(E, E_0)$ – энергетический спектр источника излучения; $\varepsilon(E)$ – эффективность регистрации.

Для обоснования возможности применения полиномов и дробно-рациональных функций в качестве аппроксимации G был проведен цикл расчётов лучевых толщин Y для объектов из углерода, алюминия и стали для $0 < \rho H \leq 80$ г/см². Максимальная энергия E_0 принимала значения из диапазона от 2 до 9 МэВ. Радиометрический детектор из CdWO_4 толщиной 45 мм. Разрядность АЦП $k=16$. Энергетический спектр $f(E, E_0)$ источника высокоэнергетического рентгеновского излучения описывался формулой Шиффа. Анализа (6) и расчётных данных подтвердил гладкость функции F и существование функции F^{-1} .

Уравнение измерителя (4) с учётом полиномиальной аппроксимации функции $G(Y)$ примет вид

$$\rho H = \sum_{i=0}^3 a_i Y^i. \quad (7)$$

Коэффициенты $a_j, j=0 \dots 3$ находятся методом наименьших квадратов.

Анализ результатов показал, что погрешность оценки толщины по формуле (7), обусловленная неточностью приближения, не превосходит для углерода $0,04 \text{ г/см}^2$, для алюминия $0,06 \text{ г/см}^2$ и для железа $0,05 \text{ г/см}^2$.

В уравнении измерителя толщины можно использовать дробно-рациональную функцию, зависящую от четырёх параметров a_2, b_2, c_2, d_2 ,

$$\rho H = \frac{(a_2 Y + b_2) Y^2}{Y + c_2 Y + d_2}. \quad (8)$$

Анализ результатов показал, что систематическая погрешность оценки толщины по формуле (8), обусловленная неточностью приближения, не превосходит для углерода $0,05 \text{ г/см}^2$, для алюминия $0,05 \text{ г/см}^2$ и для стали $0,06 \text{ г/см}^2$. Уровни погрешностей сравнимы с уровнями погрешностей для полиномиальной аппроксимации.

Экспериментальная оценка применимости (7), (8) для оценки толщины проводилась на комплексе цифровой радиографии на основе малогабаритного импульсного бетатрона МИБ-4/9. Характеристики детектора указаны в описании расчётного примера. Ширина щели коллиматора 5 мм. Толщина коллиматора 300 мм. Расстояние от источника излучения до тестового объекта около 3000 мм. Зависимости $Y(\rho H)$ оценивались для максимальных энергий рентгеновского излучения $E_0=4,5; 7,5$ и 9 МэВ . Исследовались объекты из стали плотностью $\rho=7,85 \text{ г/см}^3$. Из анализа экспериментальных результатов можно сделать вывод о занижении значений лучевых толщин стальных фрагментов в эксперименте. Для объяснения указанного вывода можно выдвинута и с помощью вычислительных экспериментов подтверждена следующая гипотеза: причиной занижения является недостаточная коллимация источника рентгеновского излучения.

Анализ результатов экспериментов показал, что погрешность оценки толщины $\Delta_{\rho H}$ не превосходит для изделий из стали $0,04\text{--}0,05 \text{ г/см}^2$ для полиномиальной и дробно-рациональной аппроксимаций.

Приведённые в работе результаты теоретических и экспериментальных исследований позволяют сделать заключение о возможности измерения толщин ОК высокоэнергетическим рентгеновским трансмиссионным методом с систематической погрешностью $0,04\text{--}0,06 \text{ г/см}^2$ в диапазоне изменения массовой толщины от 15 до 80 г/см^2 .

Список информационных источников

1. Артемьев Б.В., Шубочкин А.Е. Рентгеновская толщинометрия // Контроль. Диагностика. – 2014. – № 2. – С. 24–31.

2. Артемьев Б.В., Маслов А.И., Потапов В.Н., Ведерников М.Б. Использование рентгеновских толщиномеров в производстве проката цветных металлов // Дефектоскопия. – 2003. – № 6. – С. 55–62.

3. Будаи Б.Т., Касаткин Н.В. Измерение параметров листового горячего проката // Инженерно-физический журнал. – 2014. – Т. 87. – № 1. – С. 225–228.

4. Осипов С.П., Чинь В.Б. Разработка широкодиапазонного трансмиссионного рентгеновского метода измерения толщины // VII Международная студенческая электронная научная конференция "Студенческий научный форум 2015". – www.scienceforum.ru/2015/pdf/11072.pdf

4. <http://www.ippe.ru/podr/abbn/libr/groupkon.php> – 127 групповая библиотека данных о взаимодействии гамма- квантов с веществом.

ПРОБЛЕМЫ СИСТЕМЫ МОТИВАЦИИ ПЕРСОНАЛА

Шадрина О.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Проблемы мотивации персонала и вопросы построения системы мотивации всегда актуальны. От четко разработанных систем мотивации персонала зависит не только трудовая, социальная и творческая активность сотрудников, но и социально-экономические результаты предприятия.

При проектировании систем мотивации специалисты выделяют существующие проблемы. Рассмотрим некоторые из них.

1. Нет механизма мотивирования.

Авторы Кромов С.А. и Кожанов Н.Т. в своей статье «Проблема мотивации персонала и пути её решения» [2] выделяют два вида мотивирования сотрудников:

- первый тип – «торговая сделка»;
- второй тип – основан на воспитательном характере, когда нужно ослабить неэффективные мотивы, и усилить эффективные. Этот метод является более эффективным.

Эти типы мотивации сегодня наиболее распространены в практике руководителей российских компаний.

Механизм же мотивирования персонала каждая организация должна выстраивать самостоятельно.

2. Неэффективное использование методов стимулирования.

Выстраивание процесса стимулирования является очень важным при построении системы мотивации. Чаще всего используется материальное стимулирование, но это далеко не всегда является правильным, так как у каждого человека есть свои приоритеты и потребности. Также потребности человека имеют свойство меняться со временем.

Также, нужно учитывать, что мотивация, которая сработала однажды, окажется эффективной и в следующий раз. Поэтому нужно грамотно использовать и изменять методы стимулирования.

Авторы Кромов С.А. и Кожанов Н.Т. предлагают следующую классификацию методов стимулирования:

1) Экономические стимулы всех типов (все виды зарплаты, льготы, премии, страховки). Коллектив сам принимает решение об эффективности поощрения или наказания, и об их влиянии на работоспособность.

2) Управление по целям. Выстраивание цепи целей для коллектива, которые помогут в решении задач организации.

3) Обогащение труда. Некая перспективная должность, где значимое место занимает сам работник.

На сегодняшний день в рамках этой классификации разработаны различные методики стимулирования персонала. Но в каждой организации необходимо грамотное применение этих методик, с учетом индивидуальных потребностей сотрудников.

3. Неактуальность классических теорий мотивации.

Для того, чтобы эффективно управлять трудовым поведением работников, необходимо знать их внутренние мотивы, их удовлетворенность существующей системой стимулирования.

Над вопросом стимулирования работали многие исследователи. Наиболее известные версии, объясняющие этот вопрос, вошли в классические теории мотивации. Рассмотрим их недостатки:

1) теория потребностей Маслоу: в теории полагается, что удовлетворение потребностей происходит поэтапно, но на практике поэтапный переход с одной ступени на следующую происходит редко;

2) двухфакторная модель Герцберга: условное деление мотивов на две группы, при этом не учитываются индивидуальные различия людей;

3) теория приобретенных потребностей Макклеланда: рассматриваются высшие потребности (власть, успех и причастность), но не учитываются низшие потребности;

4) трехуровневая теория Альдерфера: выделены три группы потребностей. При невозможности достижения высшего уровня, происходит возврат к более низшим. Недостатками являются неполный круг потребностей и отсутствие практических доказательств замены высших потребностей;

5) теория ожиданий Врума: мотивация рассматривается, как сложный процесс, зависящих от нескольких переменных (вознаграждение, результат, ценность), учтены индивидуальные потребности человека. Недостаток – рассматриваются лишь три группы мотивов;

6) теория справедливости: фактором мотивации является справедливость вознаграждения. Недостатком является ограниченное количество мотивов.

7) комплексная теория Портера-Лоулера: объединяет сразу пять мотивирующих факторов, но слишком сложна для применения на практике, не учитывает индивидуальных особенностей людей;

8) теория «Х и Y» МакГрегора: мотивация рассматривается через различные стили управления. Недостаток – в реальной жизни не существует чистых типов руководства, всё зависит от содержания работы.

Исходя из анализа теорий, можно сделать вывод, что они являются, скорее, гипотезами и трудно применимы на практике. Теории применимы лишь в конкретных ситуациях, в реальной же жизни их можно использовать лишь в комплексе и при соотнесении их с индивидуальными особенностями сотрудников.

4. Психологические аспекты.

Выстраивая систему мотивации в организации, руководители часто опираются на собственные представления о мотивах сотрудников, что не всегда верно. Руководитель должен точно знать, что именно сотрудник ждет от работы: повышение зарплаты, возможность карьерного роста, повышение квалификации или получение второго высшего образования и т.д. Если вознаграждение совпадет с ожиданиями сотрудника – мотивация повысится.

Можно выделить три психотипа сотрудников:

- «внутренние люди»: направлены на содержание работы и эмоциональный комфорт. Для них важно достижение результатов в работе, они ищут интересную работу, зарплата стоит не на первом месте.

- «внешние люди»: важны внешние атрибуты труда и успешности. Для них важна заработная плата, карьерный рост, такие люди стремятся иметь символы успеха (хорошая машина, дорогая одежда) и т.д.

- «смешанный тип» - для них важно и то, и другое. При существовании смешанного типа, все же следует выделять, что стоит для человека на первом месте.

Для построения эффективной системы мотивации необходимо провести диагностику мотивационной среды компании, комплексно применять материальные и моральные средства мотивации персонала и регулярно проводить мониторинг и коррекцию системы мотивации.

Список информационных источников

1. Бадмаева С.А. Психологические аспекты формирования корпоративной культуры руководства и персонала // Управление корпоративной культурой. – 2011. - №3. – с.208-212.
2. Кромов С.А., Кожанов Н.Т. Проблема мотивации персонала и пути её решения // Молодой ученый. – 2014. - №14. – с.151-154.
3. Муравьев Ю.Л. Возможности и ограничения использования классических теорий мотивации в практике управления предприятием // Вестник Омского университета. Серия «Экономика». – 2012. – №1. – с.89-92.

КАЧЕСТВО ПРОЦЕССА АТТЕСТАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ В ООО «ЕСБ-ГРУПП»

Шлякова Н.Н.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Физические методы неразрушающего контроля (НК) обладают наибольшими функциональными возможностями из всех известных методов проверки качества, применяемых при производстве строительно-монтажных работ. В связи с этим методы НК являются самой массовой технологической операцией в настоящее время. Аттестация по неразрушающему контролю является важной процедурой для нормальной и эффективной работы всего персонала.

Качество предоставляемой услуги в аттестации специалиста – это не только определенный уровень материально-технической базы, технологии, организация производства, но и соответствующий уровень профессионализма и культуры управленческих решений. Недостаточное внимание к процессу управления качеством может снизить или свести к нулю экономический эффект компании.

Компания ООО «ЕСБ-Групп» содержит в себе экзаменационный центр (ЭЦ), который занимается проведением аттестации специалистов в неразрушающем контроле. Система менеджмента качества данной компании была разработана в соответствии с требованиями и рекомендациями ISO 9001-2011, внедрена и результативно применяется при проектировании, разработке и осуществлению аттестационной деятельности. Данный процесс организации можно анализировать с точки зрения удовлетворения некоторым требованиям. В настоящее время в мире

существует несколько документов, регламентирующих процесс аттестации. Основными документами считают СДА-13-2009, ISO/IEC 17024:2011 и ПБ 03-440-02. Неполный анализ требований к организации процесса, учитывающие рекомендации основных документов, и подтверждение их выполнения в ЭЦ, представлены в таблице 1.

Требования к организации процесса аттестации

Таблица 1

№	Вопросы к ЭЦ	Пункты разделов ISO/IEC 17024:2011, СДА-13-2009, устанавливающие требования	Наименование документов ЭЦ, пункты разделов, устанавливающие и подтверждающие выполнение требований
1.	ЭЦ несет юридическую ответственность за свою аттестацию? Является ли ЭЦ или организация, в состав которой он входит, самостоятельной правовой единицей с юридической ответственностью?	П. 4.1.	РК п.4
2.	ЭЦ несет ответственность за выдачу, обновление, расширение и сокращение областей аттестации, а также приостановку или отмену аттестации?	П. 4.2.	РК п.16
3.	В ЭЦ организована работа с позиций беспристрастности? ЭЦ обеспечил доступность процедур аттестации, стоимости аттестации, требований к кандидатам, требований к специалистам и	П. 4.3.	ДИ п.2 РК п.19 ПЭК п.4

	обязанностям специалистов?		
4.	Процедуры аттестации доступны всем потенциальным заказчикам?	П.4.1.1. П. 4.1.3.	РК п. 17, 20 ПЭЦ п. 9.5
5.	Аттестация доступна всем кандидатам?	П. 4.1.1. П. 4.1.3.	РК п.17
6.	Имеются процедуры, не допускающие влияния посторонних лиц или организаций на результаты аттестации?	П.4.2.1. П. 4.2.8. СДА-13-2009	ПЭЦ п. 4.1 РК п. 6,19
7.	ЭЦ ограничивает свою деятельность областью аттестации?	П.4.1.3. П.4.1.5.	РК п. 5,7,16 ПЭЦ п. 5.3
8.	ЭЦ имеет финансовые ресурсы, необходимые для выполнения процесса аттестации?	П.4.4.	РК п. 4

Проведя анализ соответствия требований к организации процесса на основе таких документов как ISO/IEC 17024:2011 и СДА-13-2009, установлено, что в ЭЦ компании ООО «ЕСБ-Групп»:

- Политика используется в качестве основы для планирования по всем направлениям деятельности, постановки целей и задач на всех уровнях управления университетом;

- Цели в области качества измеримы, направлены на постоянное улучшение и выполняются в плановом порядке;

- За отчетный период все запланированные мероприятия выполнены в полном объеме;

- Документация система менеджмента качества соответствует требованиям ISO 9001-2011;

- Цели деятельности структурных подразделений не измеримы, частично несогласуемые с Политикой в области качества;

- Отсутствуют записи о достижении запланированных результатов;

- Функционирование процессов СМК, обеспечивающих выполнение требований потребителей и обязательных требований к аттестации, в целом осуществляется в управляемых условиях.

По результатам анализа процесса, были предложены мероприятия по его улучшению, а именно:

–Совершенствование документооборота, который позволит организации достичь соответствия требований потребителей, улучшить качество процессов, оценить эффективность и пригодность СМК;

– Разработка регламента на основной процесс «Аттестация специалистов в области НК», который способствует формализации деятельности, обеспечению единого понимания требований всеми сотрудниками организации, согласованию взаимодействий структурных подразделений, повышению эффективности процесса.

Современное предприятие вынуждено работать в условиях быстрых изменений в окружающей деловой среде и учитывать связанные с этим риски. Предприятие должно построить и реализовать систему менеджмента, способную быстро реагировать и обеспечивать устойчивое развитие предприятия. Результативность системы менеджмента качества зависит от места качества в стратегии предприятия и места качества в приоритетах принятия решений.

Список информационных источников

1. ПБ 03–440–02. Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля. – М: НПО ОБТ, 2002.

2. Абрамов С.С. Оценка качества услуг с учетом позиции потребителя// Экономика и экономические науки.–2011.–№1

3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 17024–2011. Оценка соответствия. Общие требования к органам, проводящим сертификацию персонала. – М. Стандартиформ, 2011

4. СДА-13-2009. Требования к независимым органам по аттестации (сертификации) персонала. Приняты: Наблюдательным советом, решение от 16.06.08 № 18-БНС

Секция 2: Электронно-измерительные устройства контроля и диагностики в технике и медицине

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА SAFT НА ЖЕСТКОЙ ЛОГИКЕ ДЛЯ УЗИ

Андронникова Ю.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Солдатов А.И., д. т. н, профессор кафедры промышленной и медицинской электроники

Дефектоскопия - одна из важных областей в неразрушающем контроле. Применение ультразвуковой (УЗ) диагностики широко распространено в промышленности и медицине. Большая популярность УЗ исследований дала бурное развитие методов и УЗ оборудования. В последнее время широкое распространение получило УЗ оборудование на основе фазированных решеток (ФР). Появилось много аппаратных средств для цифровой обработки сигналов. Существует несколько методов применения антенных решеток (АР): метод ФР и метод SAFT.

Методы определения размеров дефектов

1.1. Метод фазированных решеток

Главная особенность технологии УЗ ФР – это управляемые компьютером амплитуда и фаза импульсов возбуждения отдельных пьезоэлементов. Возбуждение пьезоэлементов может осуществляться так, чтобы было возможно управлять углом, фокусным расстоянием, размером фокусного пятна (рис.1).

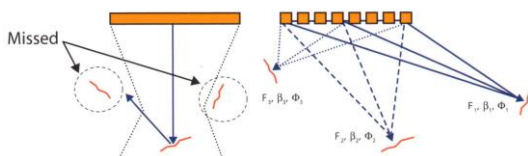


Рис. 1. Обнаружение дефектов одноэлементным (слева) и многоэлементным (справа) преобразователем.

1.2. Метод SAFT

SAFT - эхо-метод, основан на создании сфокусированного акустического поля в заданных областях контроля путем сканирования многоэлементной АР и когерентной обработки принятых сигналов [1]. Используется АР, излучающая поочередно каждым элементом. Отраженный сигнал принимается всеми элементами. Из полученных данных формируется матрица из А-сканов (рис.2).

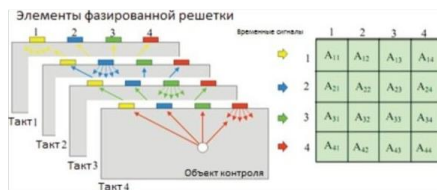


Рис. 2. Сканирование методом SPA и матрица данных для 4-х элементного датчика

Когерентная обработка происходит путем сложения цифровых значений амплитуд, которые находятся в полученной матрице данных:

$$A_{xy} = \sum_i \sum_j A_{ij}(\phi)$$

где i -номер излучателя;
 j -номер приемника.

При известном расстоянии до локальной области сканирования, сможем найти временную точку на А-скане, из которой будем производить измерения. Для каждого А-скана точка будет своя.

$$t = L/c,$$

где L -расстояние от локальной области контроля до пьезопреобразователя, м;

c – скорость распространения ультразвука в среде, м/с;

Таким образом, программным путем реализуется задержка. Чтобы узнать, в какой ячейке матрицы находится нужная нам информация:

$$t/\Delta t = N,$$

где t -временная точка на А-скане, с;

Δt -время работы АЦП, с;

N - номер ячейки.

Преимущества SAFT метода (по сравнению с методом фазированной решетки):

1)Точность намного выше, чем при применении метода ФР

Недостатки:

1)длительная обработка

2)большие объемы передаваемых данных

Для уменьшения времени обработки полученной информации используется программируемая логическая интегральная микросхема (ПЛИС), которая позволяет обрабатывать процессы параллельно. ПЛИС— электронный компонент, используемый для создания цифровых интегральных схем [2]. Логика работы ПЛИС задаётся посредством программирования. Несмотря на преимущества, возникает проблема с взаимодействием параллельных вычислений и алгоритма управления системой. Решение – использование виртуальных микропроцессорных ядер NIOS II, синтезированных на ПЛИС в форме арифметико-логического устройства, выполняющего написанный алгоритм. Для подтверждения

правильности работы алгоритма были проведены исследования с помощью программной среды Mathlab.

Проведение испытания алгоритма SAFT в среде Mathlab

Для проведения испытания был смоделирован дефект при идеальных условиях в среде Mathlab

При проведении испытания было построено следующее изображение дефекта (рис. 3).

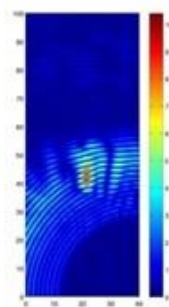


Рис. 3. Изображение расположения дефекта, созданного в среде Mathlab

Из рисунков 3 и 4 видно, что изображение смоделированного дефекта построено верно, следовательно, написанный алгоритм работает корректно. Далее были проведены испытания алгоритма SAFT с использованием реальных данных (рис. 4).

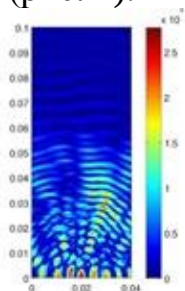


Рис. 4. Изображение расположения дефекта на основе реальных данных в среде Mathlab

Заключение

УЗИ находят применение не только в промышленной электронике, но и в медицине. Повышение точности ввиду увеличения скорости работы системы позволит выявлять заболевания на ранних стадиях, что увеличит процент полностью излечиваемых людей.

Список информационных источников

1) Буй Ван Донг. Исследование разрешающей способности системы по методу SAFT/ XIX Международная научно-практическая конференция «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ», секция 2: Приборостроение.

2) Попов А.Ю. Проектирование цифровых устройств с использованием ПЛИС: Учеб. пособие. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. — 80 с.

МЕТОД ОБРАБОТКИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО СИГНАЛА ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ

Асочаков А.С., Шульгина Ю.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Солдатов А.И., д.т.н., профессор кафедры
промышленной и медицинской электроники*

В настоящее время ультразвуковой неразрушающий контроль приобрел новый виток в своем развитии. Благодаря применению антенных решеток появилась возможность осуществлять 3D визуализацию контролируемых материалов и объектов с высокой скоростью сканирования в реальном масштабе времени.

Самым распространённым методом формирования синтезированной фокусированной апертуры является метод SAFT (Synthetic aperture focusing technique) [1] - эхо-метод, основанный на создании сфокусированного акустического поля в заданных областях объекта контроля путем электронного сканирования его преобразователем с широкой диаграммой направленности и когерентной обработки принятых сигналов. В алгоритме SAFT используются данные об амплитуде эхо-сигналов и времени их прихода в каждую точку приемной апертуры. Разрешение изображений, полученных с применением алгоритма SAFT – высокое, порядка длины волны λ для поперечного и продольного разрешения, однако недостатком рассмотренного алгоритма является значительное время получения изображений.

В последнее время для решения многих задач неразрушающего контроля стал активно применяться метод тактированной фазированной решетки или SPA (Sampling phased array) [2], разработанный во Фраунгоферовском институте неразрушающих методов контроля (Германия). Суть этого метода заключается в поочередном возбуждении элементов антенной решетки и параллельном приеме всеми элементами отраженных сигналов. Принятые ультразвуковые сигналы для каждого преобразователя решетки с каждой позиции сохраняются и служат исходными данными для 2D и 3D визуализации объекта контроля.

Таким образом, даже после однократного цикла приема-передачи могут быть реализованы все углы распространения ультразвуковых сигналов на всю глубину прозвучивания. Поскольку управление звуковым

лучом в каждой точке объема, т.е. для всех углов падения и глубины фокусировки, осуществляется не физически, а виртуально с помощью компьютера, то путем реализации принципа SPA можно достичь значительного увеличения скорости контроля.

Для сканирования области под датчиками необходимо всего лишь четыре такта «передачи–приема» ультразвука (для фазированной решетки состоящей из четырех элементов) (рис.1).

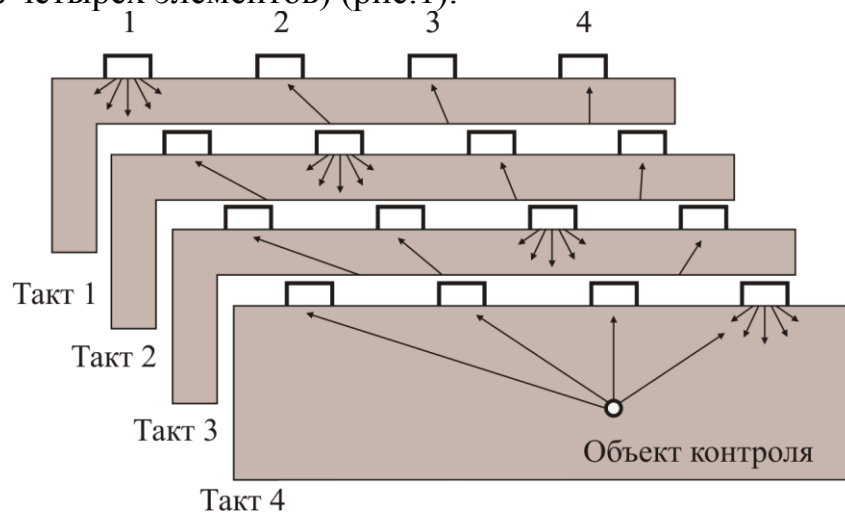


Рис. 1. Сканирование методом SPA

Для классической реализации метода SPA либо в процессе обработки, либо предварительно рассчитываются все расстояния от каждого датчика до каждой точки и до каждого приемника, т.е. в итоге имеется таблица, которая несет в себе информацию о расстояниях (временах) распространения в зависимости от номера точки, номера излучающего датчика и номера принимающего датчика (табл. 1).

Информационная матрица Таблица 1.

i,j N точки	0,0	0,1	1,0	1,1	...	i,j
0	$L_{0,0,0}$	$L_{0,1,0}$	$L_{1,0,0}$	$L_{1,1,0}$		$L_{i,j,0}$
1	$L_{0,0,1}$	$L_{0,1,1}$	$L_{1,0,1}$	$L_{1,1,1}$		$L_{i,j,1}$
...	...	...	...	...		...
m	$L_{0,0,m}$	$L_{0,1,m}$	$L_{1,0,m}$	$L_{1,1,m}$		$L_{i,j,m}$

Где: i – номер излучателя, j – номер приемника.

Схемная реализация

Для достижения обработки сигналов в реальном масштабе времени используем в качестве ядра разработки программируемую логическую схему с архитектурой FPGA, которая имеет большую скорость

межкристального обмена, а также позволяет реализовать выполнение большого количества операций одновременно.

Обработка ультразвукового сигнала с фазированной антенной решётки происходит следующим образом: система управления, построенная с использованием компонентов электроники, выполняет обработку сигнала по алгоритму заданному оператором.

Результирующая амплитуда расчетной точки объекта контроля определяется как суммирующая амплитуда этой точки из всех полученных сигналов с учетом временного сдвига.

Структурная схема получения амплитуды точки для обработки одного отражённого ультразвукового сигнала приведена на рисунке 2.

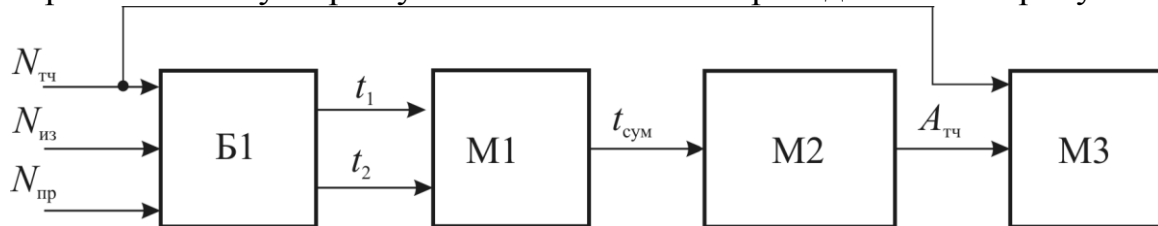


Рис. 2. Структурная схема получения амплитуды точки

$N_{пр}$ – номер принимающего датчика, $N_{из}$ – номер излучающего датчика, $N_{тч}$ – номер точки, A – амплитуда сигнала для расчетной точки объекта контроля.

Б1 – блок первичной обработки, в этом блоке происходит расчет адреса для матрицы путей, хранящей время прохождения ультразвука от источника до излучателя через выбранную точку изображения объекта. Из сквозной нумерации точек осуществляется переход к формату строка – столбец.

М1 – матрица путей. Хранит информацию о временном отрезке, необходимого ультразвуку, чтобы преодолеть расстояние от первого датчика до расчетной точки и до приемника.

М2 – память А – скана. Элемент памяти хранящий информацию об отклике сигнала, пришедшего на датчик в виде амплитудного сигнала. Рассчитанный в предыдущем блоке временной интервал служит адресной информацией для нахождения в А – скане амплитуды расчетной точки.

М3 – матрица изображений. Элемент памяти, хранящий информацию о изображении всех расчетных точек из первого А – скана.

Для получения автоматизированной обработки информации необходимо организовать блок перебора расчетных точек, организовать систему тактирования и организовать запись информации в память изображения одновременной из нескольких каналов.

Для четырех каналов такая система приобретает вид (рис.4):

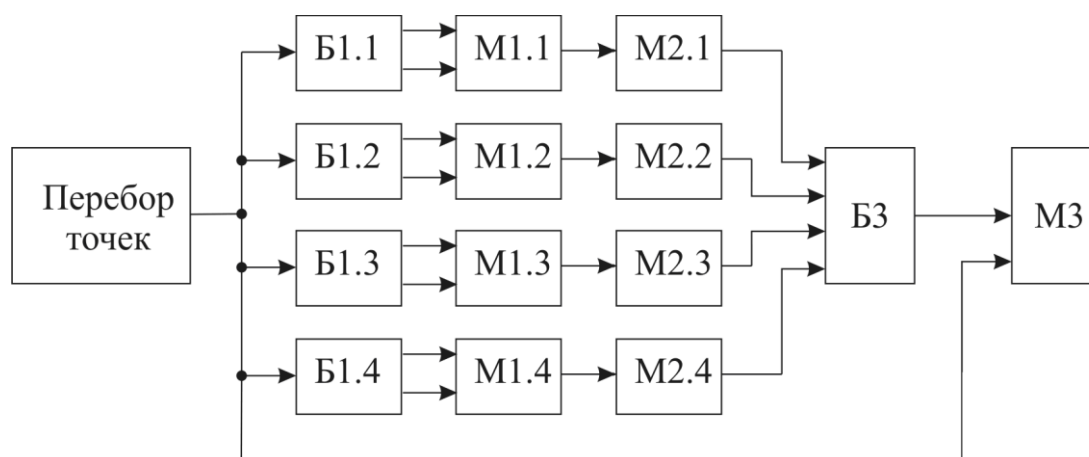


Рис.4. Структурная схема получения амплитуды точки для четырёх каналов

Где блоки Б1, М1 и М2 выполняют заявленные ранее функции, блок БЗ – вычисляет результирующую, для четырех обрабатываемых А – сканов, амплитуду точки. Блок МЗ – представляет собой память изображения объекта контроля.

В результате можно сделать вывод, что при использовании метода Sampling phased array можно осуществить визуализацию контролируемых материалов и объектов с высокой скоростью сканирования в реальном масштабе времени.

Список информационных источников

1. Диаграмма направленности антенной решетки при сканировании по методу SAFT. // Квасников К.Г., Макаров В.С., Солдатов А.И., Сорокин П.В., Солдатов А.А., Кренинг Х.М.В.А., Рябушкин А.П. Контроль. Диагностика. - 2012. № 13. - С. 62-66.

2. Ультразвуковые решетки для количественного неразрушающего контроля. инженерный подход. // Болотина И.О., Дьякина М.Е., Жантлесов Е., Кренинг М., Мор Ф., Редди К., Солдатов А.И. Дефектоскопия. 2013. - № 3. - С. 21-40.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ДЛЯ СВЕТОДИОДНОГО СВЕТИЛЬНИКА

Бай Хао

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Огородников Д.Н., к.т.н., доцент кафедры промышленной и медицинской электроники

Светодиодные светильники все шире используются в настоящее время, в основном, с целью энергосбережения.

Чтобы эффективно питать такой относительно низковольтный светильник при наличии промышленной сети переменного тока необходимо использовать преобразователь напряжения. [1, 2] Использование современной элементной базы и усовершенствование схемотехнических решений позволит создать источник питания, отвечающий всем требованиям, предъявляемым в настоящее время к питанию светодиодных светильников. Данная работа посвящена разработке и исследованию современного высокоэффективного источника питания для светильника на светодиодах.

Источник питания светодиодного светильника необходимо включать такие части: входной ЭМИ-фильтр, выпрямитель, корректор коэффициента мощности, преобразователь напряжения и контроллер корректора коэффициента мощности и преобразователя напряжения.

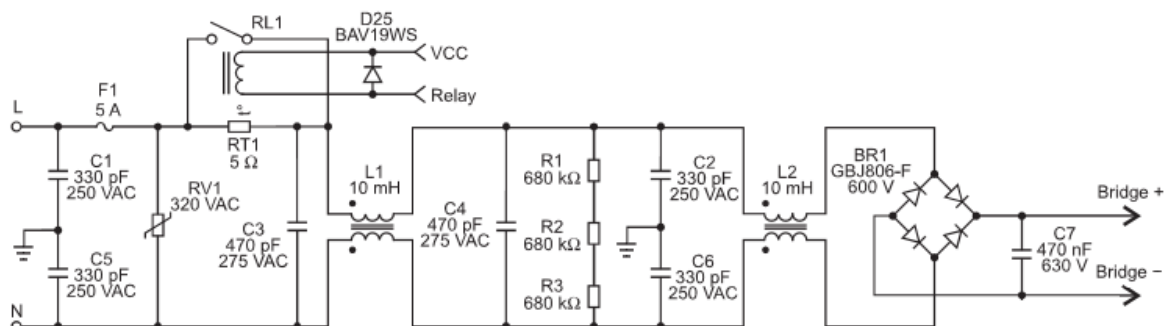


Рис. 1. Фильтр ЕМІ и выпрямитель

На рисунке 1 приведена схема, включающая в себя входной ЭМИ-фильтр и выпрямитель.

Входной ЭМИ-фильтр.

EMI (англ. Electromagnetic Interference) — электромагнитные или радиочастотные помехи (наводки) в сети электропитания и в электронных цепях от работы электрических машин и электронных устройств.[3] Электромагнитное излучение (помехи) включают помехи общего вида и помехи дифференциального вида.

Фильтр ЕМІ имеет два эффекта. Экранирование помех из сети и предотвращение распространение помех к сети.

В таком фильтре, режекторные дроссели $L1$, $L2$ и конденсаторы между проводами и корпусом $C1$, $C2$, $C5$, $C6$ подавляют помехи общего вида, а дифференциальные конденсаторы $C3$, $C4$ подавляют помехи дифференциального вида. Схема содержит: предохранитель $F1$, $RV1$ – элемент для защиты от перенапряжений. Ограничение стартового тока обеспечивается термистором $RT1$. Реле $RL1$ включается при штатном режиме работы для увеличения КПД.

Корректор коэффициента мощности (ККМ).

Коэффициентом мощности называют отношение активной мощности к полной. В практике применяются корректор коэффициента мощности для улучшения качества потребления энергии из входной сети.

ККМ подразделяются на два вида – активный и пассивный. Активный ККМ более эффективен. Активным ККМ является одно из приложений преобразователя напряжения. Используем повышающий преобразователь в режиме с непрерывным током нагрузки (рис. 2).

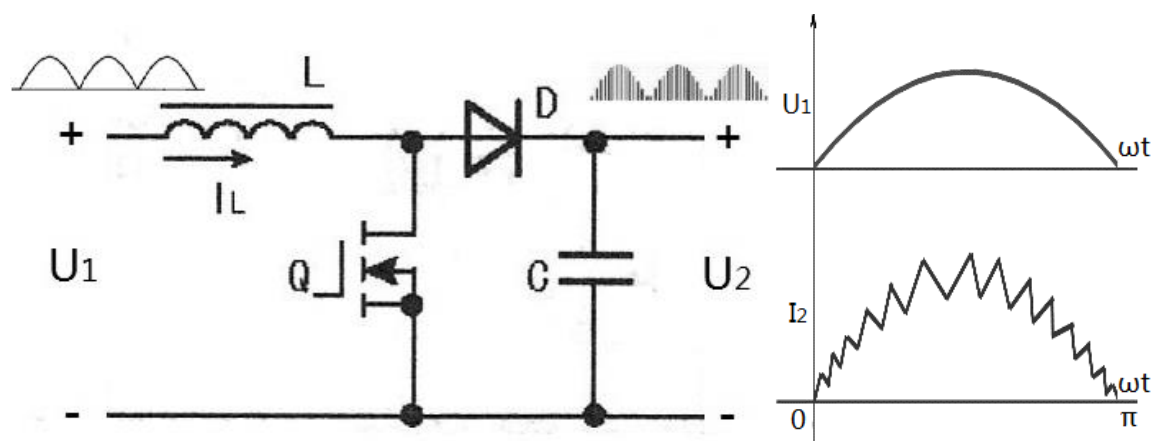


Рис. 2. Корректор коэффициента мощности

Импульсы управления подаются на затвор полевого транзистора. Схема делит синусоидальное напряжение на высокочастотное импульсное напряжение. В каждом отдельном импульсе тока не синфазен с входным напряжением. Но в целом на полупериоде, фазы входного напряжения и потребляемого тока одинаковы.

На практике можно добавить вторичную обмотку на дросселе L , обеспечивая независимое от входного напряжения контроллера вспомогательное питание.

Преобразователь напряжения

В настоящее время популярность резонансного преобразователя (LLC-преобразователь) набирает обороты, и связано это в первую очередь с его высокой эффективностью, низкими шумами при переключении транзисторов и возможностью реализации на его основе достаточно мощных источников питания. Силовая часть схемы типового резонансного преобразователя представлена на рисунке 3 [4].

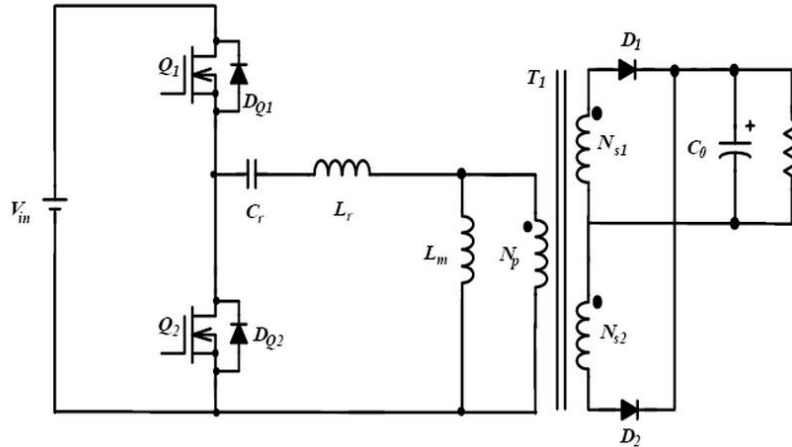


Рис. 3 LLC-преобразователь

Транзисторы Q1 и Q2 работают со скважностью 2, а выходное напряжение регулируется посредством изменения частоты переключения преобразователя. Преобразователь имеет две резонансные частоты F_{r1} и F_{r2} . Рабочую частоту может выбрать от $\frac{1}{2}$ до 3 раза F_{r1} . Коэффициент усиления K_u уменьшается при увеличении рабочей частоты.

$$F_{r1} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_r \cdot C_r}}, F_{r2} = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_r + L_m) \cdot C_r}} \quad (1)$$

Контроллер ККМ и преобразователь напряжения.

Существуют много контроллеров для управления ККМ и LLC-преобразователем.[5] Используем комбинированный контроллер PLC810PG с интегрированным высоковольтным полумостовым драйвером. ККМ контроллера PLC810PG работает в широком диапазоне входных напряжений.

Преобразователь работает по резонансной LLC-технологии. Контроллер с переменной рабочей частотой обеспечивает высокий уровень КПД во всем диапазоне нагрузок, а благодаря коммутации MOSFET-ключа в моменты перехода через нулевое напряжение (даже при работе без нагрузки) исключает потери на переключение. [6]

Контроллер ККМ микросхемы PLC810PG измеряет выходное напряжение и силу тока дросселя. Типичное значение выходного напряжения равно 385В, так как корректор построен на базе повышающего преобразователя. Контроллер ККМ сравнивает измеренное значение с опорным напряжением и регулирует выходное напряжение изменением коэффициента заполнения.

Контроллер LLC-преобразователя. Контроллер регулирует выходное напряжение изменением рабочей частоты. Для PLC810PG штатная рабочая частота равна 100 кГц.

Список информационных источников

1. Воробьёв, В. А. Осветительные светодиоды [Электронный ресурс] / В. А. Воробьёв; науч. рук. Д. Н. Огородников – 2012. –Т. 1. –С. 181-182.
2. Королёв, А. В. Источник питания светодиодного светильника [Электронный ресурс] / А. В. Королёв, Д. Н. Огородников; науч. рук. Д. Н. Огородников – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – С. 66-69.
3. Светодиодные светильники [Электронный ресурс]. - [https://ru.wikipedia.org/wiki/EMI_\(физический_термин\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/EMI_(физический_термин)). – (дата обращения: 10.07.2014)
4. Новиков Ю., Соломатин М. Разработка полумостового резонансного преобразователя на основе IRS2795 // Электронные компоненты– 2011. – № 3 . – 103с.
5. Огородников Д. Н. Simulation and Research of a Regulated Resonant Inverter. – Novosibirsk: NSTU, 2005. – С. 145-146
6. Бандура Г. Высокоэффективный источник питания мощностью 150 Вт с корректором коэффициента мощности для уличного светодиодного осветителя // Полупроводниковая светотехника – 2009. – №2 . – 28с.

РАЗРАБОТКА ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОСТЕОРЕПАРАЦИИ КОСТНОЙ ТКАНИ

Блынский Ф.Ю.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Пеккер Я.С., д.т.н., профессор кафедры
промышленной и медицинской электроники*

В процессе автоматизированной остеорепакации костной ткани необходимо осуществлять непрерывный контроль основных параметров дистракционного процесса:

- суточный темп;
- ритм;
- траектория удлиняемой конечности.

Управление остеорепакацией в современных системах автоматизированной дистракции реализуется за счет применения специализированных микропроцессорных модулей. На рис. 1 приведен блок управления КА-4Р спице-стержневого аппарата для удлинения бедра с автономным автоматическим управлением каждым узлом перемещения, разработанного ФГУП «Опытный завод РНЦ «ВТО» имени академика Г.А. Илизарова».



Рис.1. Контроллер автодистракторов КА-4Р

Усилие, прикладываемое к удлиняемой конечности, определяется выбранным на лицевой панели КА-4Р темпом дистракции. Растяжение костной ткани осуществляется с ритмом 60 шагов в сутки. На устройстве присутствуют кнопки управления и цветовая индикация выбранного режима [1].

Несмотря на значительную клиническую практику применения автоматизированных систем, разработанных РНЦ «ВТО» имени академика

Г.А. Илизарова, блок управления автодистракторами имеет ряд недостатков:

- отсутствие визуализации натяжения удлиняемой конечности;
- невозможность изменения суточного темпа и ритма остеорепаляции в процессе терапии;
- необходимость расположения блока непосредственно рядом с пациентом;
- отсутствие удаленного контроля процесса дистракции.

Для удовлетворения современным требованиям травматологии и ортопедии было разработано приложение BDC (Bone Distraction Control) v. 1.0.1. для удаленного управления процессом остеорепаляции (рис. 2).

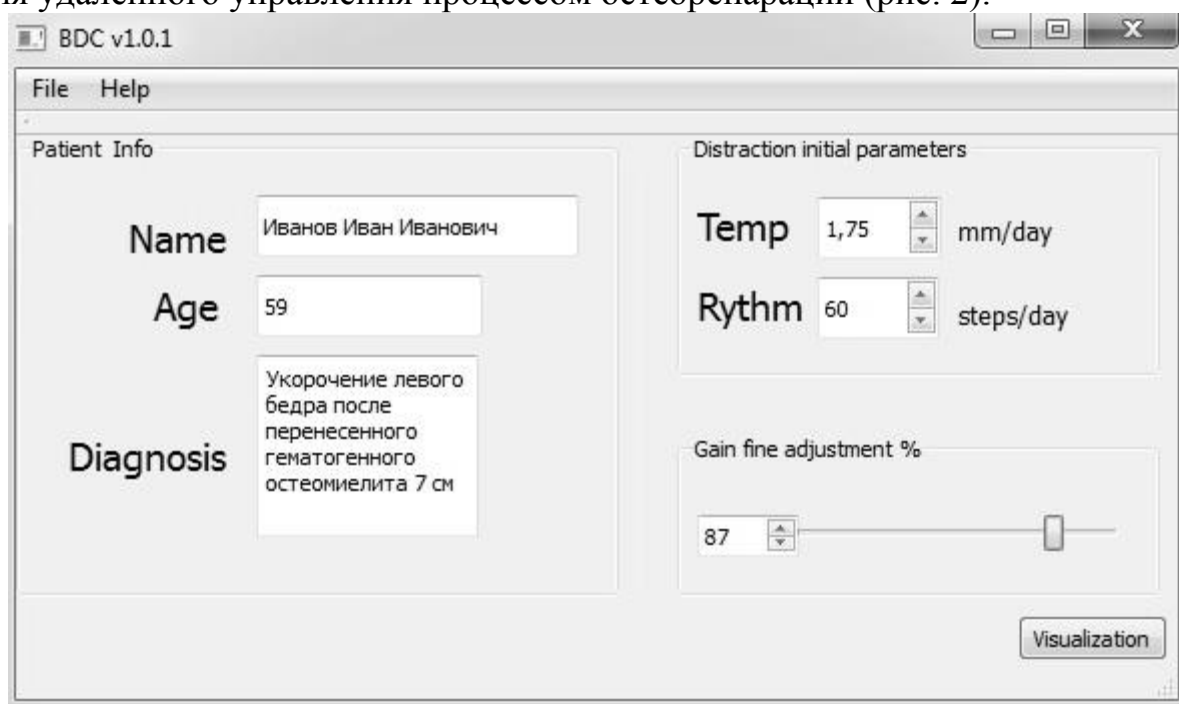


Рис. 2. Главное окно приложения BDC v. 1.0.1.

В главном окне приложения располагается основная информация о пациенте: фамилия, возраст, диагноз. Помимо этого, присутствует панель задания суточного темпа и ритма дистракции. В отличие от существующих систем управления дистракцией костной ткани, разработанный интерфейс позволяет вносить изменения в процедуру остеорепаляции костной ткани непосредственно в процессе терапии путем изменения численных данных в окнах "Temp" и "Rythm".

Если врач-ортопед считает нужным откорректировать величину натяжения удлиняемой конечности, то ему будет достаточно передвинуть ползунок панели "Gane fine adjustment %" в сторону увеличения или уменьшения. Новые значения параметров дистракционного процесса по интерфейсам ввода-вывода поступают на блок управления

автоматизированной системы остеорепаляции. Изменения в процедуру дистракции костной ткани вступают практически сразу после правки параметров удлинения в приложении.

Помимо управления процессом остеорепаляции BDC v. 1.0.1. предоставляет возможность визуализировать динамику изменения натяжения костной ткани, а также текущее значение усилия, приложенного к удлиняемой конечности. При нажатии кнопки "Visualization" в главном окне приложения, открывается дополнительная вкладка (рис. 3).

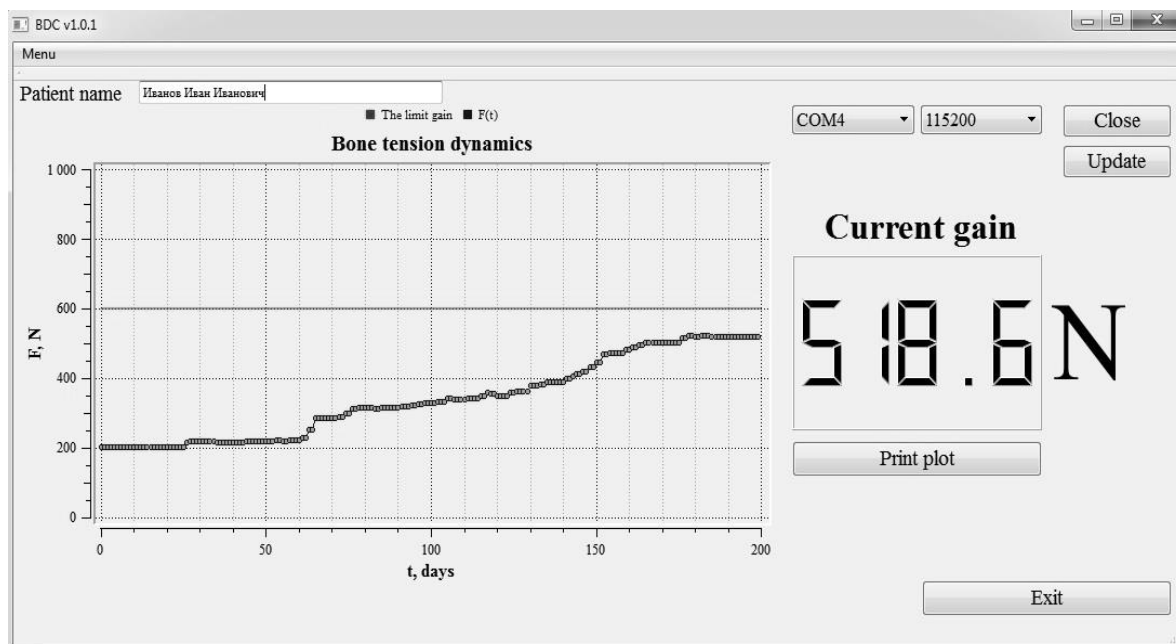


Рис.3. Окно визуализации параметров дистракционного процесса

Окно визуализации содержит график изменения натяжения костной ткани в течение всего процесса остеорепаляции (панель "Bone tension dynamics"). Кроме того, отображается значение усилия, приложенного к костной ткани в реальный момент времени (панель "Current gain"). Используя полученные данные, врач может прогнозировать дальнейшие шаги для достижения максимального эффекта от процесса дистракционного остеосинтеза.

Разным возрастным и социальным категориям больных требуются различные параметры дистракционного процесса. Разработанное приложение для удаленного управления процессом остеорепаляции костной ткани позволит выбрать оптимальные параметры удлинения конечностей, учитывая индивидуальные особенности пациента. Это позволит увеличить эффективность терапевтического процесса с одновременной минимизацией рисков, связанных с повреждением удлиняемого сегмента костной ткани.

Список информационных источников

1.Круглосуточное удлинение конечностей в автоматическом режиме/ В.И. Шевцов, А.В. Попков// Электронный журнал «Регенеративная хирургия». – 2003. - №1.

МНОГОФАЗНАЯ СХЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ В РЕЗОНАНСНОМ ИНВЕРТОРЕ

Вавилова И.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Огородников Д.Н., к.т.н., доцент кафедры
промышленной и медицинской электроники*

Выпускаемая в настоящее время радиоэлектронная аппаратура рассчитана, как правило, на питание от сети переменного тока. В случаях, когда стандартная промышленная сеть недоступна, необходимы устройства, преобразующие напряжение первичного источника питания в сетевое. Ведь в подавляющем большинстве случаев первичные источники не удовлетворяют требованиям потребителя по частоте, величине выходного напряжения или стабильности его параметров. Чаще всего необходимо постоянное напряжение первичного источника преобразовывать в переменное синусоидальное напряжение.

Устройства, позволяющие осуществить преобразование постоянного напряжения в переменное, называются инверторами. Так как в инверторах коммутирующие приборы обычно работают в ключевом режиме, то естественной формой выходного напряжения стала прямоугольная. Однако чтобы добиться универсальности инвертора по отношению к требованиям нагрузок переменного тока, он должен формировать на выходе напряжение синусоидальной формы. В связи с широким распространением в последнее время альтернативных источников энергии, существует постоянная потребность в преобразователях нестабилизированного постоянного относительно низковольтного напряжения в синусоидальное.

Цель исследования – создание опытного образца многофазной схемы регулирования выходного синусоидального напряжения в параллельном резонансном инверторе.

Технологии преобразования постоянного тока в переменный получили в последние годы значительное развитие. Современные инверторы обеспечивают получение синусоидального напряжения с

малым коэффициентом гармоник, низкий уровень электромагнитных помех [1].

Основные свойства инверторов:

–Инверторы напряжения позволяют устранить или, по крайней мере, ослабить зависимость работы информационных систем от качества сетей переменного тока. Например, с помощью бесперебойного источника питания, построенного на базе аккумуляторной батареи и инвертора, можно обеспечить непродолжительную, а в ответственных системах и длительную работу оборудования параллельно с сетью или независимо от нее.

–Широкое развитие получили технологии, когда инвертор является промежуточным звеном в цепочке преобразования энергии. Принципиальной особенностью в таких приложениях является высокая частота преобразования (до нескольких сотен кГц). Для эффективной работы преобразователя на высокой частоте требуется более совершенная и дорогостоящая элементная база.

–Инвертор должен обладать высоким КПД, высокой надежностью и иметь приемлемые массогабаритные характеристики. Он также должен иметь допустимый уровень высших гармоник в кривой выходного напряжения (допустимое значение коэффициента гармоник) и не создавать при работе уровень пульсаций на зажимах источника энергии, недопустимый для других потребителей.

Для регулирования формы и частоты выходного напряжения в инверторах, традиционно, используется широтно-импульсная модуляция (ШИМ). Выходное напряжение в схемах с ШИМ имеет пульсирующую форму. Недостаток инверторов с ШИМ заключается в том, что они имеют значительные коммутационные потери. Одним из способов уменьшения коммутационных потерь является проектирование схемы инвертора таким образом, чтобы коммутация ключей осуществлялась при нулевом токе или нулевом напряжении («мягкая» коммутация). Такие инверторы называют резонансными. По сравнению с ШИМ-преобразователями синусоидальный характер тока в резонансном инверторе обеспечивает таким устройствам целый ряд преимуществ: минимальные потери на коммутацию силовых ключей; высокая надежность работы; низкий уровень высокочастотных помех; возможность применения в инверторе тиристоров – ключей с неполной управляемостью и др.

Резонансные схемы нашли применение в мощных тиристорных электроприводах и системах бесперебойного питания. Однако в маломощных преобразователях они используются редко.

В случаях, когда нагрузка меняется в широких пределах (включая режим холостого хода), предпочтение отдают параллельному

резонансному инвертору. Кроме преимуществ, о которых говорилось выше, работа в режиме резонанса напряжений последовательного колебательного контура позволяет получить повышенное относительно входного напряжение на нагрузке без применения трансформатора.

Несмотря на преимущества резонансных инверторов, в литературе рассмотрены лишь простейшие схемы, не нашедшие широкого применения в качестве формирователей синусоидального напряжения, в том числе из-за довольно сильной зависимости величины выходного напряжения от добротности колебательного контура.

Схема параллельного резонансного инвертора, обеспечивающая регулирование потребляемой энергии и, как следствие, стабилизацию напряжения на нагрузке, приведена на рисунке 1 [2, 3].

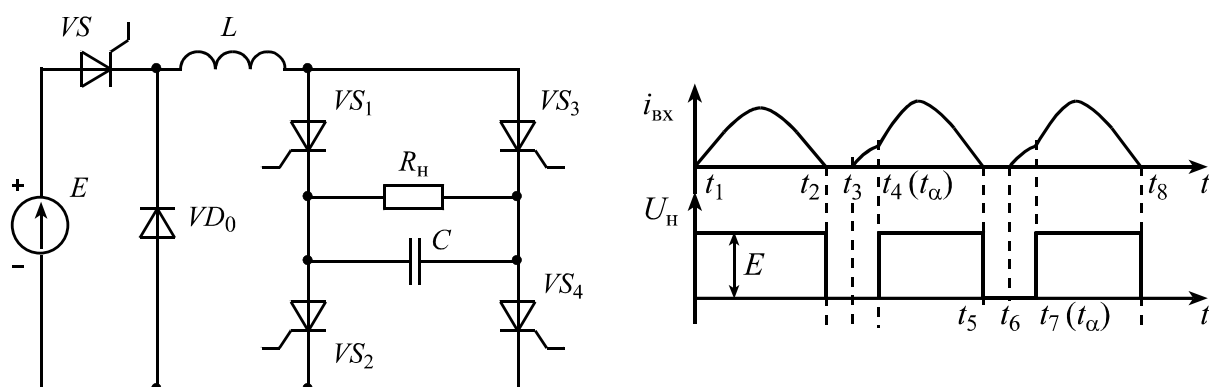


Рис. 1. Схема параллельного резонансного инвертора с тиристором ввода энергии VS и диаграммы её работы

Очевидно, что импульсное потребление энергии входного источника в процессе регулирования выходного напряжения требует использования входного сглаживающего фильтра, включаемого между первичным источником питания и инвертором. Масса и габариты этого фильтра напрямую зависят от формы потребляемого тока.

Для снижения массогабаритных параметров этого фильтра необходимо уменьшать коэффициент формы потребляемого тока, т.е. превышение действующего значения этого тока над средним. Основная идея состоит в том, что для того, чтобы снизить коэффициент формы входного тока целесообразно потреблять энергию из входного источника по нескольким параллельным каналам (фазам), которые будут включаться в работу последовательно по мере необходимости (зависит от нагрузки инвертора). При этом потребляемый ток будет меньшей амплитуды и большей длительности, чем в одноканальной схеме с широтным регулированием. Это обеспечит не только снижение коэффициента формы, но и уменьшение амплитуды высших гармоник в потребляемом токе, что также ведет к уменьшению массы и габаритов входного фильтра [4].

Схема, реализующая такой принцип, приведена на рис. 2. Входная цепь здесь разделена на 2 канала (подобные схемы называют многофазными).

В первом цикле работы открываются оба входных тиристора VS_1 , VS_2 и пара тириستоров в одной из диагоналей моста. Заряд конденсатора происходит под воздействием напряжения источника E . Разность между входным напряжением и напряжением на диагонали моста прикладывается к входным дросселям, причем они оказываются включенными параллельно друг другу. Отсюда следует, что эквивалентная индуктивность параллельного соединения дросселей L_1 и L_2 должна равняться индуктивности дросселя в исходной одноканальной схеме для обеспечения требуемого значения выходной частоты и добротности контура. Следовательно, индуктивность каждого дросселя в 2 раза больше индуктивности дросселя однофазной схемы. При условии равенства индуктивностей L_1 , L_2 токи в каждой фазе тоже будут равны между собой и составят половину тока дросселя однофазной схемы.

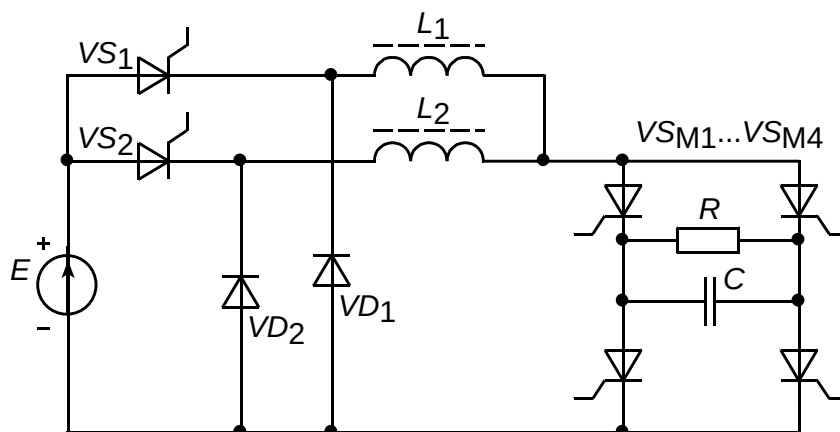


Рис. 2. Двухфазная схема параллельного резонансного инвертора.

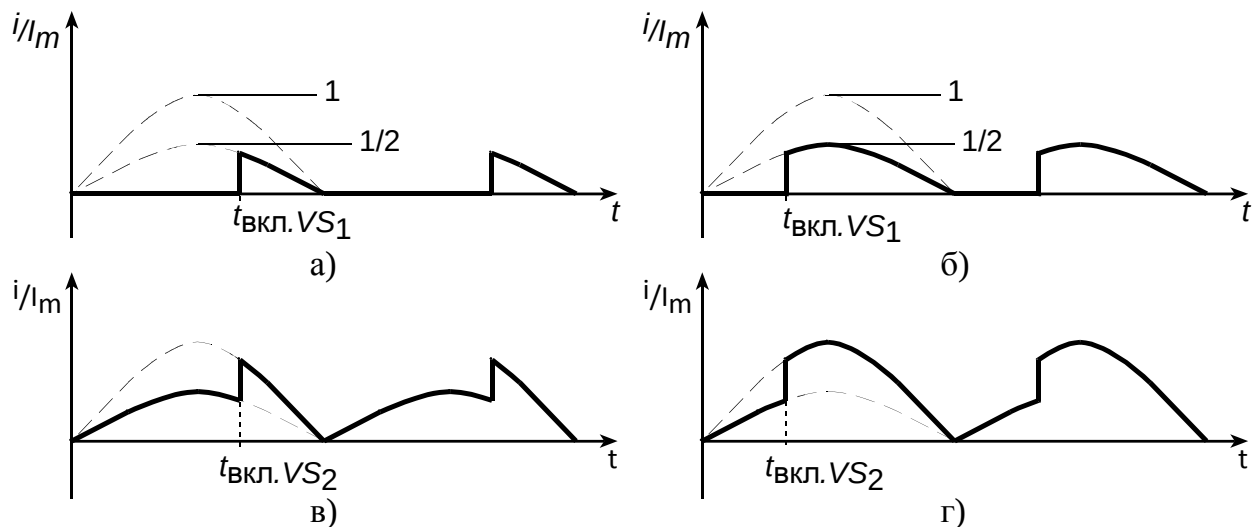


Рис. 3. Форма тока источника питания при увеличении нагрузки двухфазной схемы инвертора, где I_m – амплитуда тока источника при максимальной нагрузке.

Задержка включения входного тиристора относительно тиристоров моста будет тем меньше, чем больше нагрузка инвертора. Если тиристор $VS1$ уже проводит в течение всего периода, а мощность в нагрузке всё ещё не скомпенсирована, то в режим регулирования вступает вторая фаза ($VS2$). Тогда тиристор $VS1$ включается одновременно с тиристорами диагонали моста, а тиристор второй фазы $VS2$ – с задержкой. Таким образом, углы включения тиристоров $VS1$, $VS2$ изменяются от π до 0 в зависимости от величины нагрузки, причём подключение второй фазы происходит после достижения нулевого угла включения входным тиристором первой фазы. На рисунке 3 показано, как изменяется форма тока входного источника при увеличении нагрузки инвертора: от минимальной (рис. 3а) до максимальной (рис. 3г).

Исследования модели двухфазной схемы инвертора, проведенные в OrCAD, подтвердили правильность сделанных предположений. В модели использовался ПИД-регулятор, а в качестве тиристоров – управляемые напряжением ключи. Исследования показали, что в достаточно большом диапазоне углов регулирования (что соответствовало изменению нагрузки примерно от 3 % до 80 % от максимальной) выигрыш по действующему току составил не менее 20 %.

Список информационных источников

1. Электропитание устройств и систем телекоммуникаций: Учебное пособие для вузов / В.М. Бушуев, В.А. Демянский, Л.Ф. Захаров и др. – М.: Горячая линия–Телеком, 2009. – 384 с.: ил.

2. Огородников Д.Н., Ярославцев Е.В. Резонансный тиристорный преобразователь напряжения с тиристором ввода // ПТЭ. 1999. № 3. С. 105-107.

3. Огородников Д.Н., Ярославцев Е.В. Анализ однофазного параллельного резонансного инвертора со стабилизированным квазисинусоидальным выходным напряжением // Известия Томского политехнического университета, 2009 - т. 315, - № 4. - с. 120-124

4. Огородников Д.Н., Ярославцев Е.В. Формирователь синусоидального напряжения на основе параллельного резонансного инвертора с многоканальным входным звеном // X Юбилейная международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых учёных “Современные техника и технологии”, посвященная 400-летию г. Томска, 29 марта – 2 апреля 2004 г. Труды. В 2-х т. – Томск: Изд-во Томского политехн. ун-та, 2004. – Т. 1. – С. 110-112.

РЕАЛИЗАЦИЯ ЦИФРОВОГО ФИЛЬТРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА STM32F407

Ван Ди, Киселева В.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Торгаев С.Н., к.ф.-м.н., доцент кафедры
промышленной и медицинской электроники*

Цифровая фильтрация в настоящее время применяется достаточно широко. Она используется для обработки звуковых сигналов, для фильтрации видео и изображений, для спектрального анализа, для обработки опытных данных и т.д., например, для анализа биомедицинских сигналов.

В виду простоты перестройки фильтров, решили реализовать фильтр на микроконтроллере. При равносильной мощности микроконтроллера, которая потребуется для реализации цифровых фильтров, самым выгодным вариантом оказался STM32F4.

Алгоритм работы микроконтроллера:

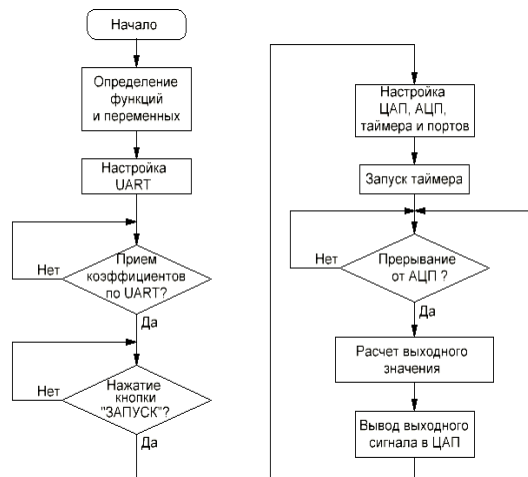


Рис.1 Алгоритм работы микроконтроллера STM32F4

Микроконтроллер STM32F4 подключается к ПК и получает рассчитанные коэффициенты в формате char через UART. Далее микроконтроллер преобразует эти коэффициенты в формате числа с плавающей точкой. По этим параметрам при получении команды он перестроит коэффициенты.

Если вам интересуются код программы STM32F4 или программа для расчета коэффициентов, которая написана языком Delphi, вы можете сообщить автору по адресу usyzdd@yandex.ru.

Кроме того, для проверки качества фильтрации создано несколько генераторов сигнала: 1) генератор шума, сигнал которого состоит из спектров 5кГц, 20кГц и 50кГц; 2) генератор треугольника, частота которого может плавно изменяться в пределе 1,155кГц – 10,04 кГц; 3) генератор синусоид для построения реальной АЧХ фильтра, частота которого может плавно изменяться в пределе 2,12 кГц – 33 кГц. На рис. 2 представлены осциллограммы тестовых сигналов.

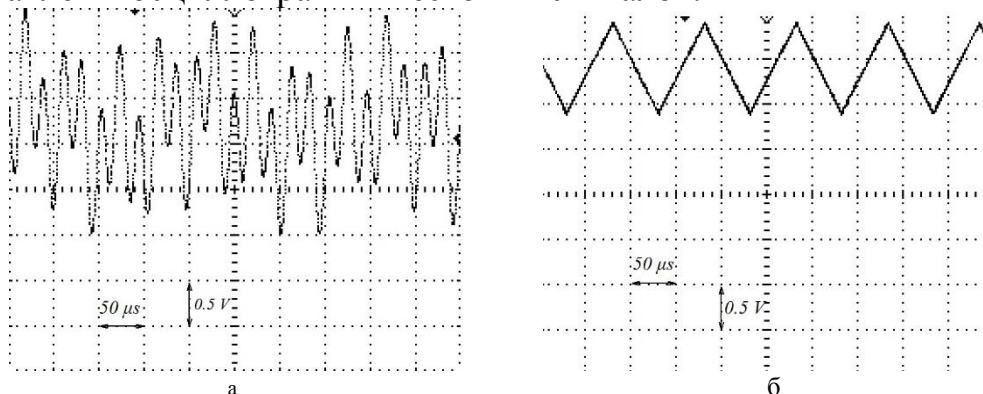


Рис. 2. Осциллограммы тестовых сигналов: синусоидальный сигнал с частотой 5 кГц и наложенными помехами частотами 20 кГц и 50 кГц (а) и треугольный сигнал (б)

Фильтрованный сигнал с ЦАП подается на сглаживающий RC-фильтр. Диаграммы сигнала после фильтрации показаны на рисунке .3 и рисунке 4.

Из рисунка 3 видно, что при частоте среза - 50 кГц, в выходном сигнале присутствуют все гармоники, а при частоте среза - 10 кГц, в выходном сигнале присутствует лишь гармоник с частотой 5кГц. На рисунке 4 представлена осциллограмма напряжения на выходе цифрового фильтра с частотой среза 7 кГц при входном сигнале треугольной формы. Видно, что при такой частоте среза цифровой фильтр выделяет первую гармонику входного треугольного сигнала.

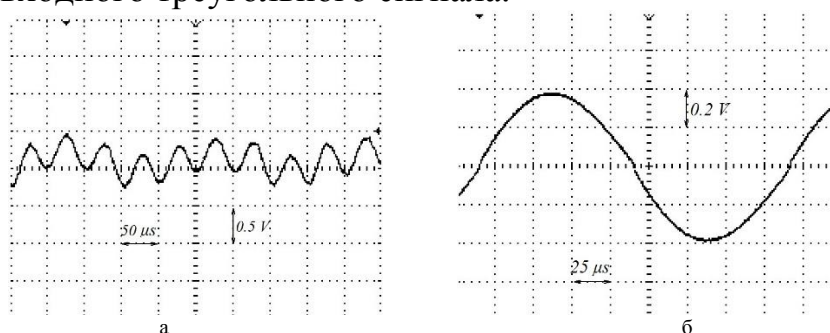


Рис.3. Осциллограммы синусоидального сигнала: а) выходной сигнал цифрового фильтра с частотой среза 50 кГц, б) выходной сигнал цифрового фильтра с частотой среза 10 кГц

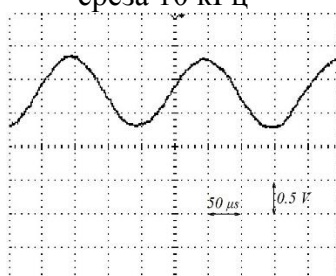


Рис.4.Осциллограмма треугольного сигнала на выходе цифрового фильтра с частотой среза 7 кГц

С помощью генератора синусоид построена реальная АЧХ для фильтра Чебышева пятого порядка с частотой среза – 10кГц, частотой дискретизации – 100 кГц. Снимали размах напряжений на выходе ЦАП ($U_{mm}, В$) и на выходе сглаживающего RC-фильтра (Таблица №1) при изменяющей частоте синусоиды (ω_k , кГц). По полученными данными построена нормированная реальная АЧХ (Рис. 5а). Она совпадает с теоретической АЧХ по форме, по частоте среза и по частоте экстремумов.

Таблица №1

ак, кГц	2,12	2,4	2,6	3	3,5	4,5	5	5,65	6	7	8,1	8,9	9,5	9,8	10,1	10,2	10,5	10,8	11	11,5	11,7	12,2	17,7	33
$U_{mmk}, В$	1,59	1,5	1,54	1,58	1,61	1,64	1,7	1,67	1,57	1,41	1,33	1,5	1,55	1,24	1	0,89	0,72	0,6	0,49	0,39	0,34	0,28	0,19	0,19
$U_{mmrck}, В$	1,58	1,48	1,52	1,58	1,59	1,6	1,64	1,6	1,51	1,33	1,28	1,41	1,43	1,14	0,95	0,84	0,65	0,55	0,45	0,35	0,31	0,26	0,17	0,17

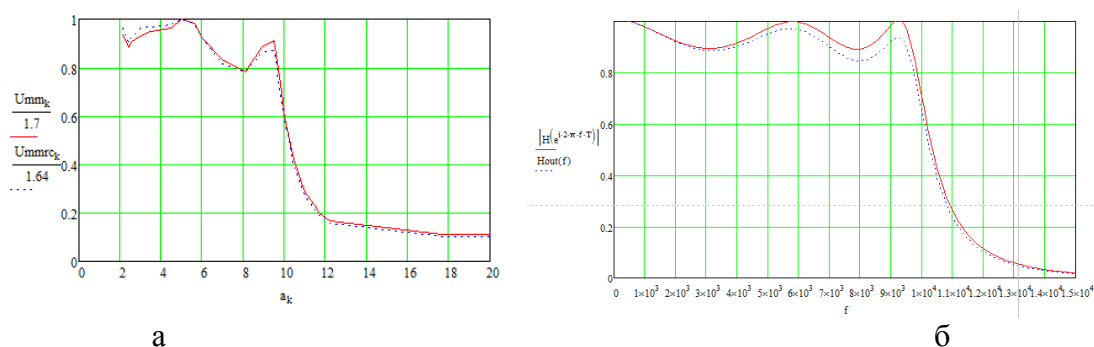


Рис.5. Реальная (а) и теоретическая (б) АЧХ. (Красная кривая – АЧХ собственного ЦФ, синяя штрихованная кривая – АЧХ цифрового фильтра с RC-фильтром)

Список информационных источников

1. Математические основы обработки сигналов: учебное пособие / О.С. Вадутов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 212 с.
2. Мошиц Г., Хорн П. Проектирование активных фильтров / пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 320 с.
3. Операционные усилители для всех : пер. с англ. / Б. Картер, Р. Манчини. — Москва: Додэка-XXI, 2011. — 509 с.: ил. — Схемотехника. — Предм. указ.: с. 502-509. — ISBN 978-5-94120-242-3.
4. Схемотехника. 500 устройств на аналоговых микросхемах / М. А. Шустов. — Санкт-Петербург: Наука и техника, 2013. — 350 с.: ил. — Библиогр.: с. 344-350. — ISBN 978-5-94387-809-1.

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ван Цюньи

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Солдатов А.И., д. т. н, профессор кафедры промышленной и медицинской электроники

Композитный материал — это искусственно созданный неоднородный сплошной материал, состоящий из двух или более компонентов, различных по физическим и химическим свойствам, которые остаются раздельными на макроскопическом уровне в финишной структуре.

Композитные материалы завоевали свою популярность, несмотря на высокую стоимость, в отраслях, где механические свойства должны сочетаться с низким весом и возможностью выдерживать высокие

нагрузки. Наиболее часто упоминаются авиакосмические компоненты (хвосты, крылья, фюзеляж, пропеллеры), корпуса и весла судов, кузова автомобилей, велосипедные рамы, удилища. Крылья и фюзеляж нового Боинга 787 Dreamliner более чем на 50% выполнены из композитных материалов. Таким образом, для безопасности жизни, нужно контролировать настоящее положение композитных материалов.

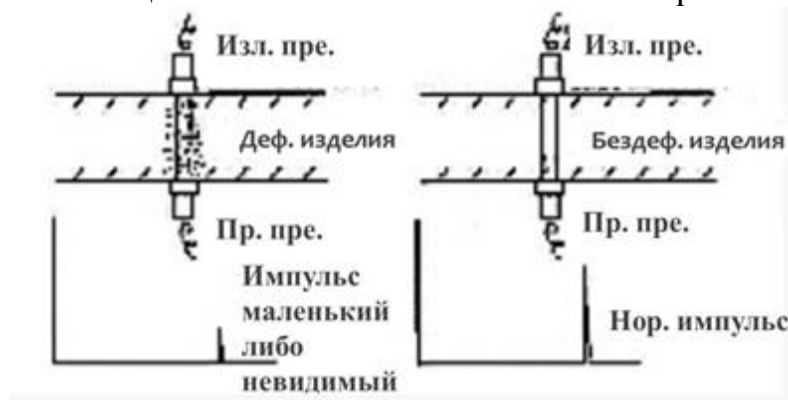


Рис. 1. Принцип действия ультразвукового контроля

Теневой — используются два преобразователя, которые находятся по две стороны от исследуемой детали на одной акустической оси. В данном случае один из преобразователей генерирует колебания (передатчик), а второй принимает их (приёмник). При теневом методе контроля о наличии дефекта судят по уменьшению амплитуды ультразвуковых колебаний, прошедших от излучателя к приемнику. Чем больше размер дефекта, тем меньше амплитуда прошедшего сигнала.

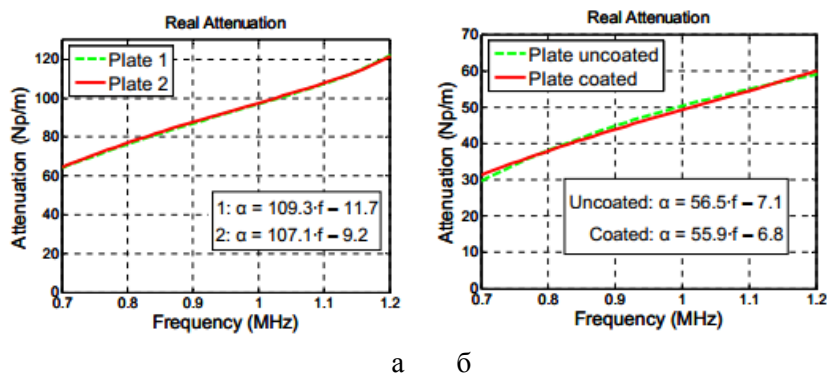


Рис. 2. Соотношение между коэффициентом затухания ультразвука и частотой в композитных материалах —на основе тефлона (а) и на основе поликарбоната (б)

Видно, что чем больше частота ультразвука, тем больше затухание в композитных материалах. Выбираем 1 МГц для нашего контроля, тогда коэффициент затухания ультразвука — 97.6 - 97.9 Нп/м и 49.1 – 49.4 Нп/м (рис. 2). Знаем, что 1 дБ = $\ln 10/20$ Нп. Выбираем максимальный коэффициент задыхания 97.9 Нп/м, т.е. 8.5 дБ/см. Получим максимальное затухание $8.5 \text{ дБ/см} \times 40 \text{ мм} = 34 \text{ дБ}$.

В данном дефектоскопе используется теневой метод ультразвукового контроля. Выбираем микроконтроллер — STM32F4, потому что он может работать на высокой частоте, которая нам нужно. Блок-схема показана на рисунке 3.

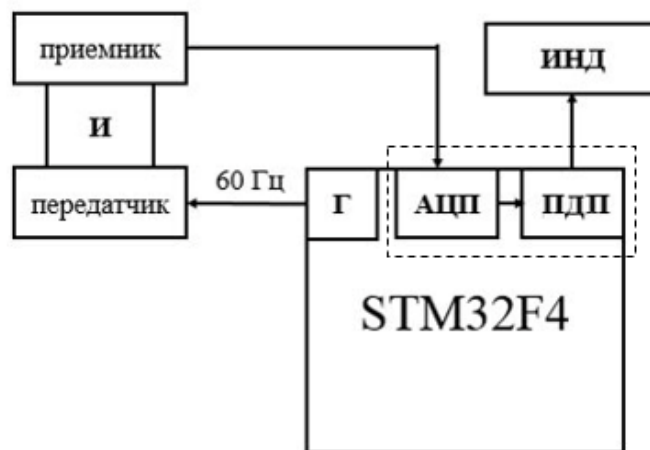


Рис. 3. Блок-схема ультразвукового контроля

Сначала микроконтроллер передает сигнал. Сигнал достигает передатчик, и передатчик начинает излучать ультразвук. Приёмник получает сигнал и после усилителя АЦП преобразует амплитуду этого сигнала на точную цифру и сразу передает её на индикатор. Выбираем сигнал 1 МГц для нашего контроля. Чтобы нормально показали результат на индикаторе, АЦП работает на частоте 8 МГц в режиме — АЦП с помощью прямого доступа к памяти.

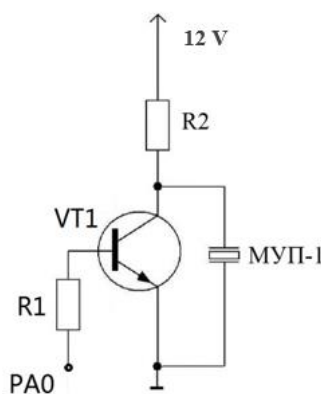


Рис. 4. Блок передатчика

Блок передатчика представлен на рисунке 4. Представленный блок выполнен по схеме усилителя с общим эмиттером, работающего в ключевом режиме. Ток на выводах микропроцессора не должен превышать максимально разрешенный ток величиной в 20 мА.

Выбираем VT1: КТ603А.

Параметры КТ603А

Таблица. 1

Наимен.	тип	Uкэо(и), В	Iкmax(и), мА	Ркmax(т), Вт	h21э	fгр., МГц	Uкбн, В
КТ603А	п-р-п	30	300(600)	0.5	10-80	200	1.5

По закону ОМА: $R1 = \frac{U_{\text{БВХ}}^1 - U_{\text{БЗ}}}{I_{\text{БВХ}}} = \frac{3 - 1.5 \text{ В}}{0.02 \text{ А}} = 75 \text{ Ом}$, т.е. $R1 \geq 75 \text{ Ом}$. Из справочников [Е-24], мы выбираем $R1 = 75 \text{ Ом}$.

Мощность $P1 = U \times I = 1.5 \times 0.02 = 0.03 \text{ Вт}$. Ток через $R2$: $I_2 = \beta_{\min} \times I_{\text{БВХ}} = 15 \times 0.02 \text{ А} = 0.3 \text{ А}$. Тогда $R2 = \frac{U_{\text{П}}}{I_2} = \frac{12 \text{ В}}{0.3 \text{ А}} = 40 \text{ Ом}$. Из справочников [Е-24] выбираем $R2 = 43 \text{ Ом}$, $P2 = \frac{U^2}{R2} = \frac{12^2}{43} = 3.34 \text{ Вт}$.

Выбираем $R1$: С2 – 23 – 0.125 – 75 Ом $\pm 5\%$, $R2$: Р1 – 2Р – 3 – 43 Ом $\pm 5\%$.

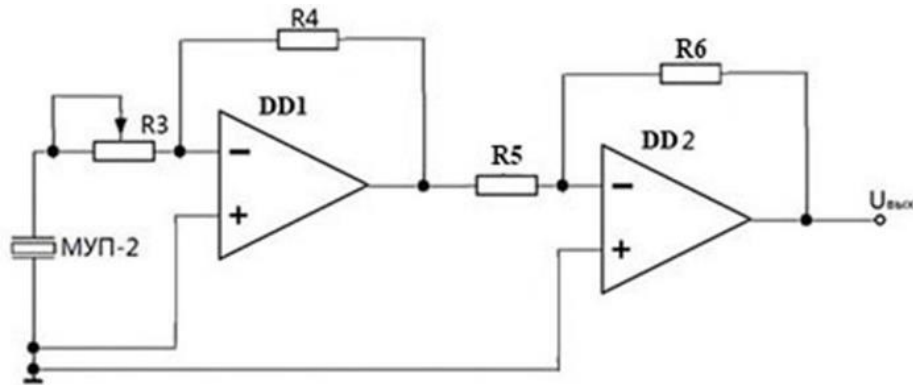


Рис. 5. Блок приёмника

Выбираем усилитель DD1, DD2: КР544УД2А.

Параметры КР544УД2А

Таблица. 2.

Наимен.	Uп, В	Iп, мА	Ku, дБ	V, В/мкс	fгр., МГц
КР544УД2А	15	4.6	20	110	200

Для коэффициента усиления 40 – 100, выбираем $R3$ 10 кОм, $R4$ 10 кОм, $R5$ 10 кОм, $R6$ 100 кОм.

$$P5_{\max} = P4_{\max} = \frac{U_{\text{П}}^2}{R4} = \frac{15^2}{10000} = 0.0225 \text{ Вт},$$

$$P6_{\max} = \frac{U_{\text{П}}^2}{R6} = \frac{15^2}{100000} = 0.0023 \text{ Вт}.$$

Выбираем $R4$, $R5$: С2 – 23 – 0.062 – 10 кОм $\pm 5\%$; $R6$: С2 – 23 – 0.062 – 100 кОм $\pm 5\%$

Список информационных источников

1. Клюев В.В. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий. Справочник. Кн.2. М.: Машиностроение, 1986, 351 с.

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 информационной и измерительной техники

Введение

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

Для кабелей стационарной прокладки изготавливают жилы круглой и фасонной (сегментной и секторной) формы. Применение секторных и сегментных жил вместо круглых позволяет уменьшить диаметр кабеля на 20 - 25 %, соответственно сократить расход материалов на оболочку, защитные покровы и изоляцию, что существенно снижает стоимость кабеля.[1] Толщина изоляционной оболочки является важным параметром.

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).[2]

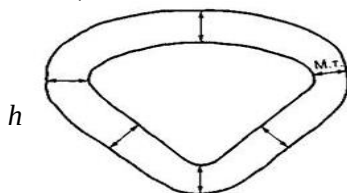


Рис. 1. Шесть точек измерения толщины изоляции для секторной жилы

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 (рис 2). 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.

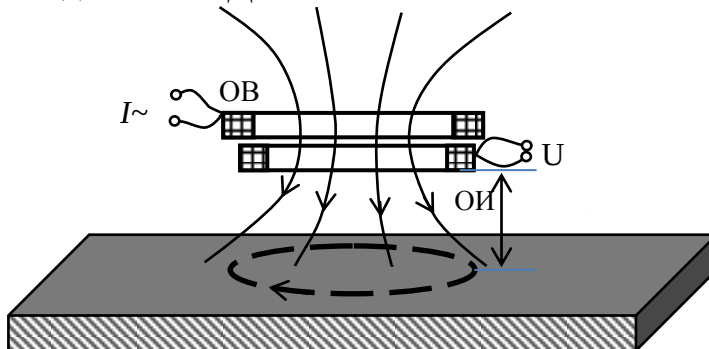


Рис. 2. Принцип измерения толщины накладным вихретоковым преобразователем

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. 3 приведена схема измерения толщины изоляции кабеля накладным вихретоковым преобразователем.

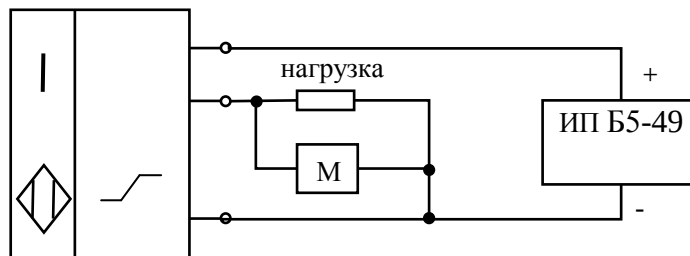


Рис. 3. Экспериментальная схема измерения толщины изоляции кабеля накладным вихретоковым преобразователем

Использовался источник питания постоянного тока Б5-49 как источник энергии. Объектом контроля являлась секторная жила кабеля. С помощью мультиметра (М) измерялось выходное напряжение при постепенном увеличении зазора. В качестве преобразователей использованы преобразователи расстояния BAW M18MG-UAC80F-S04G [3] и BAW M12MF2-UAC40F-BP03 [4]. Основные характеристики преобразователей приведены в таблице 1.

Основные характеристики преобразователей BAW

Таблица 1

Тип преобразователей	BAW M18MG-UAC80F-S04G	BAW M12MF2-UAC40F-BP03
Линейная чувствительная зона (мм)	2—8	1—4
Диаметр(мм)	M18×1	M12×1
Нелинейность(мкм)	±180	±90

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. 4 для преобразователей BAW M18MG-UAC80F-S04G и BAW M12MF2-UAC40F-BP03.

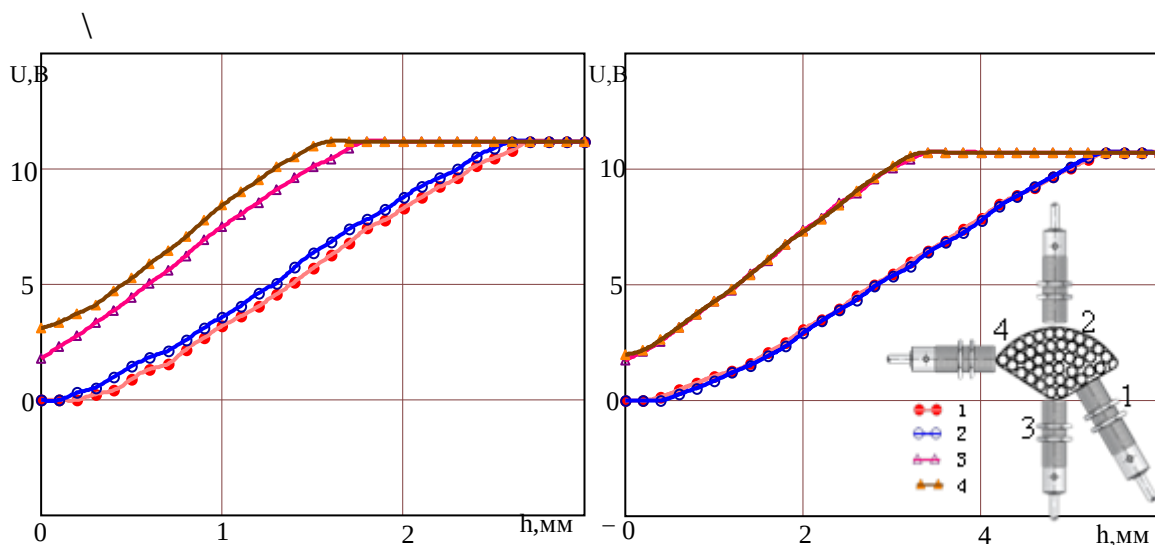


Рис. 4 Зависимости выходного напряжения от изменения зазора между корпусом ВТП BAW M12MF2-UAC40F-BP03 (слева) и BAW M18MG-UAC80F-S04G (справа) для четырех точек поверхности жилы кабеля

При увеличении зазора выходное напряжение возрастает. Следует отметить, что эти преобразователи обладают хорошей линейностью в рабочем зоне. В нашей задаче нужно контролировать секторный кабель, номинальное значение толщины изоляционной оболочки которого равно 2мм, таким образом, преобразователь BAW M12MF2-UAC40F-BP03 не применим, особенно для точек 3 и 4, линейная зона для которых (0 – 1,5) мм. Для решения нашей задачи подходит преобразователь BAW M18MG-UAC80F-S04G.

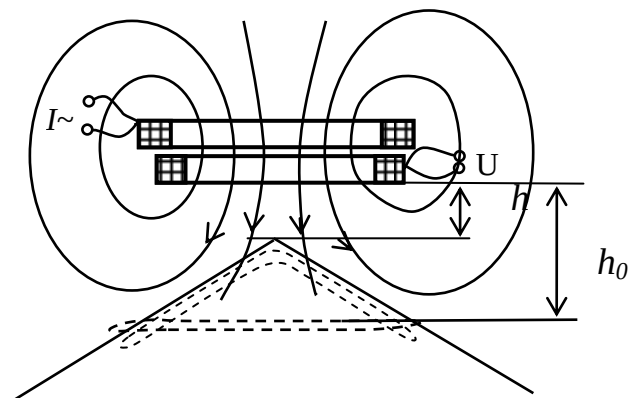


Рис. 5. Возбуждение вихревого тока на объекте, имеющий секторное поперечное сечение

Следует отметить, что для рассматриваемых четырёх точек характер изменения похож, но зависимости отличаются друг от друга по причине разной формы поверхности. Очевидно, что при криволинейной форме поверхности среднее расстояние до поверхности h_0 больше расстояния до ближайшей точки поверхности h (рис. 5). Поэтому сигнал ВТП для этого случая оказывается меньше сигнала для случая плоской поверхности. Чем больше кривизна поверхности, тем сильнее выражен этот эффект.

В процессе контроля могут иметь место параллельное смещение d (рис. 6а) и угол наклона θ (рис. 6б). Чтобы исключить эти погрешности, необходимо фиксировать положение преобразователя от жилы кабеля.

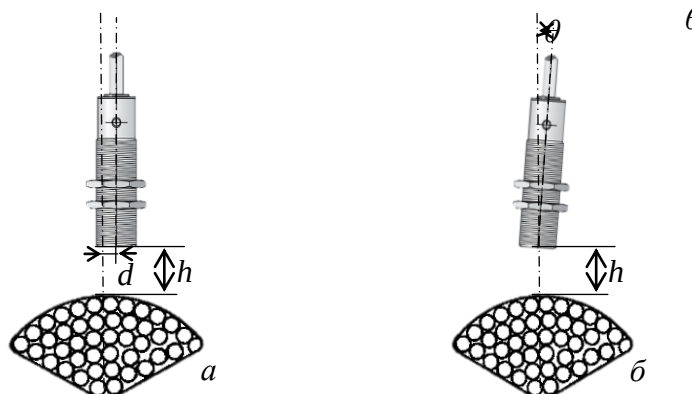


Рис.6 Отклонение преобразователя от оси симметрии: а — перемещение d , б — угол θ

Заключение

Изучены физические основы вихретокового метода. 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. Проанализированы влияния основных влияющих факторов на результаты измерения.

Список информационных источников

1. Назначение кабелей. <http://leg.co.ua/info/kabeli/naznachenie-kabeley.html>
2. ГОСТ Р МЭК 60811-1-1-98 <http://forca.ru/knigi/gost/izmerenie-tolschiny-i-naruzhnyh-razmerov-izolyacii-i-obolochek-kabeley-gost-r-mek-60811-1-1-98-2.html>
3. http://www.murri.fi/documents/balluff/BAW/BAWM18MG_UAC80F_S04G_en.pdf
4. http://www.sensotronik.se/pdf/01ind/BUF/BAWM12MF2_UAC40F_BP03_en.pdf

УСИЛИТЕЛЬ ЯРКОСТИ С ЧСИ ДО 50 КГц

Власов В.В.¹, Тригуб М.В.

¹Томский политехнический университет, г. Томск

Институт оптики атмосферы СО РАН, г. Томск

*Научный руководитель: Тригуб М.В., к.т.н., н.с. лаборатории
квантовой электроники*

Рост современных технологий предъявляет новые требования к методам и средствам диагностики. Во-первых, это увеличения временного разрешения для средств визуально-оптического контроля, и разработка методов диагностики зон взаимодействия мощной энергии с веществом. Например, диагностика и исследования процессов получения наноразмерных материалов методом лазерного испарения с последующим осаждением до сих пор является актуальным как у российских, так и у зарубежных ученых. Для изучения процессов, проходящих в момент образования облака наночастиц, требуется использовать новых методов визуально-оптического контроля. Одним из таких методов является визуализация с использованием активных оптических систем (АОС) с усилителями яркости – лазерных проекционных микроскопов и лазерных мониторов [1].

Для накачки усилителей яркости необходимо сформировать импульс напряжения с амплитудой 5–10 кВ с малой длительностью нарастания. В настоящее время это достигается источниками, где в качестве коммутаторов остается актуальным применение тиратронов [2]

В таких типах источников для повышения частоты используются следующие топологии схемы:

- параллельная работа на нагрузку нескольких тиратронов (рис. 1);

-работа одного тиратрона с импульсным зарядом накопительной емкости (рис 2).

Достоинством первого варианта является простота схемы, и как следствие, высокая надежность. Но конструкция получается массивной. К недостаткам можно отнести и то, что два тиратрона не могут обеспечить одинаковые импульсы на нагрузке без специальных подстроек, что приведет к изменению параметров работы среды лазера.

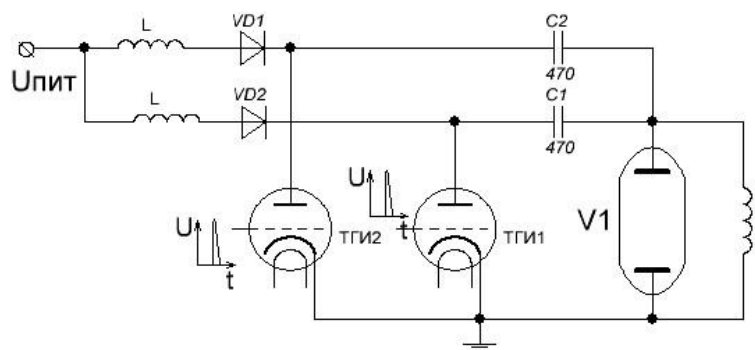


Рис. 1. Функциональная схема источника накачки на двух тиратронах.

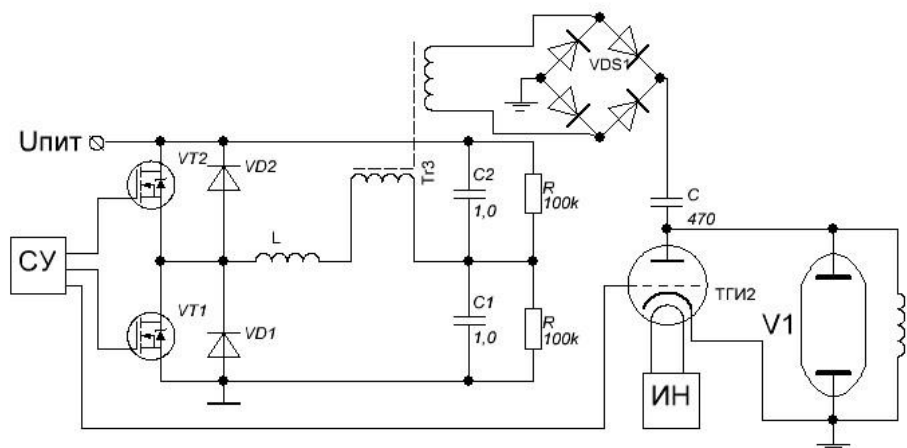


Рис. 2. Функциональная схема источника накачки с импульсным зарядом рабочей емкости.

В данной работе приводятся результаты разработки источника питания для усилителя яркости с ЧСИ до 50 кГц. Для большинства тиратронов подобная частота является недостижимой [3]. Это вызвано принципом их работы. В выключенном состоянии газонаполненный промежуток является разрывом в электрической цепи, а при подаче управляющего импульса на электрод-сетку в промежутке начинается ионизация газа (водорода) и наступает пробой. Длительность пробоя определяется только наличием тока в нагрузке, как правило, это 10-100 нс

[4]. Затем наступает этап восстановления промежутка, в простых схемах (с диодно-резонансным зарядом), где частоты не превышали 15кГц [5], он происходит при нарастающем или высоком напряжении анода и достигает нескольких десятков микросекунд. Но использование топологии с импульсным зарядом емкости, когда восстановление газоразрядного промежутка происходит практически при нулевом потенциале, позволяет уменьшить его. Вследствие этого можно увеличить частоту работы коммутатора.

Одной из особенностей данного инвертора для импульсного заряда является режим работы транзисторов, а именно включение и выключение происходит при нулевых токах. Во время включения это достигается за счет использования дросселя в цепи протекания тока. При выключении все несколько сложнее: нагрузкой инвертора служит непосредственно накопительная емкость. А значит когда транзистор VT1 открыт ток замкнут по колебательному контуру источник питания(ИС)-L-C-ИС, рис 3.

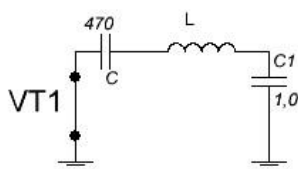


Рис. 3. Цепь протекания тока при включенном транзисторе VT1.

А значит, для выключения транзистора при нулевых токах, необходимо подстраивать один из параметров цепи: L, C или $t_{и}$. Проще всего это сделать с $t_{и}$. Диаграммы работы представлены на рис 4. Как видно выключение происходит практически при нулевых токах. Таким образом при работе инвертора с номинальной мощностью 600 Вт на транзисторе рассеивается мощность 6 Вт энергии, если сравнивать с наихудшим режимом работы в ключевом режиме то эта мощность составляет порядка 20 Вт.

На диаграмме также показано напряжение на аноде тиратрона, из-за индуктивности трансформатора происходит образование постоянного порога напряжения сразу после восстановления тиратрона. Величина порога по сравнению с напряжением после заряда емкости незначительна и составляет 500В, поэтому действия по его устранению не принимались.

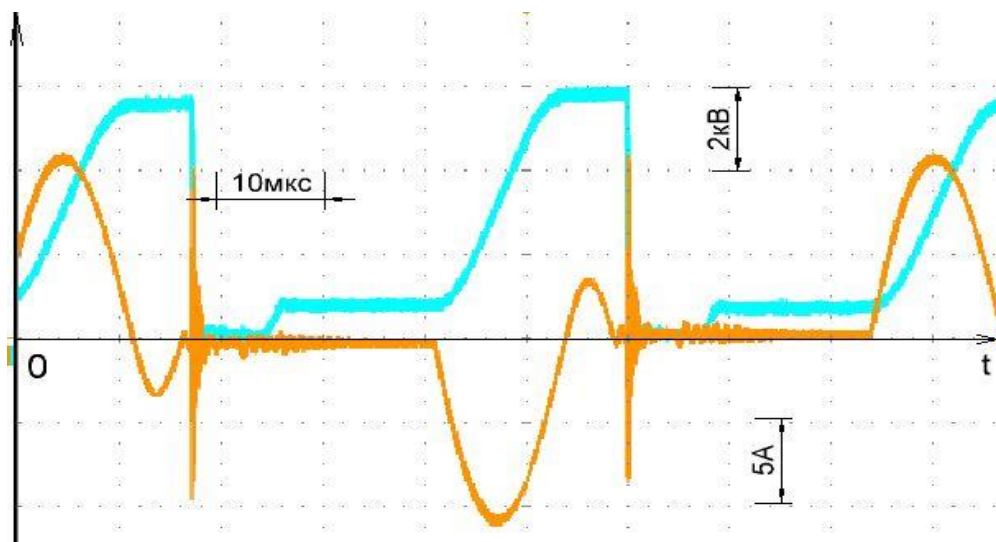


Рис. 4 Диаграммы тока в диагонали полумоста и напряжения на аноде тиратрона.

Список информационных источников

1.Евтушенко Г.С. Лазеры на парах металлов с высокими частотами следования импульсов: монография/Г.С. Евтушенко, Д.В. Шиянов, Ф.А. Губарев: Томский политехнический университет. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010-276с.

2.Месяц Г.А. Генерирование мощных наносекундных импульсов. М.: Советское радио, 1974.

3.Фогельсон Т. Б., Бреусова Л. Н., Вагин Л. Н., Импульсные водородные тиратроны, М., 1974. С. 120—135

4.Тригуб М.В., Евтушенко Г.С., Губарев Ф.А., Торгаев С.Н. Лазерный монитор с возможностью покадровой регистрации изображений // Контроль. Диагностика. – 2011. – Вып. Специальный. – С. 140–143.

5.Бочков В. Д., Королев Ю. Д. Импульсные газоразрядные коммутирующие приборы // Энциклопедия низкотемпературной плазмы, под ред. В. Е. Фортова. Вводный том, книга 4, раздел № XI.6 — М.: Наука, 2000.

РАЗРАБОТКА ПРОВОДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ СЕРДЦА

Григорьев М.Г., Бабич Л.Н.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Авдеева Д.К., д. т. н., профессор кафедры
информационно-измерительной техники*

Введение. В течение последних десятилетий математическое моделирование широко применяется в различных отраслях науки. Для

биологических объектов характерны, прежде всего, биохимические процессы, количественный аспект которых сложно, а чаще и невозможно представить в виде математических уравнений. Однако и в этой области осуществляют попытки применения математического моделирования как перспективного метода исследования. Проведение возбуждения в нервных и мышечных волокнах уже длительное время является объектом исследования многих ученых. Сегодня общепризнанной является математическая теория Ходжкина-Хаксли [1], которая основывается на данных многочисленных электрофизиологических экспериментов, проведенных для нервных клеток - нейронов. Базовой моделью качественного описания процесса распространения импульсов является модель Фитц-Хью–Нагумо [1–3], представляющая собой начально-краевую задачу для эволюционных уравнений в частных производных. Модель Алиева–Панфилова [4] весьма точно отображает форму импульсов, наблюдаемых в миокарде.

Основным направлением в области математических методов и цифровых технологий в кардиологии является разработка математических методов и программных продуктов для решения многих задач диагностики сердечных заболеваний. В основном, методы вычислительной диагностики основываются на решении обратной задачи для численных моделей возбуждения потенциала на поверхности сердца.

Моделирование

В сердце человека и животных существует специализированная, анатомически отделенная ведущая система (рис. 1). Она состоит из синоатриального и атриовентрикулярного узлов, межузловых предсердных нитей, пучка Гиса, подходящих к его ножкам и волокнам Пуркинье. Эта система образована специализированными мышечными клетками, которые обладают свойствами автоматизма и высокой (по сравнению с неспециализированными мышечными клетками предсердий и желудочков) скоростью проведения возбуждения. Импульс зарождается в пейсмейкерных клетках СА-узла (пейсмейкер первого порядка), который в норме задает ритм сердца.

Затем возбуждение распространяется на поверхности предсердий, вызывая их деполяризацию, после чего через межузловые пути переходит в АВ-узел (пейсмейкер второго порядка) и возбуждает (деполяризует) его. Далее импульс направляется по пучку Гиса и распространяется вправо и влево, возбуждая мышцы желудочков [5].

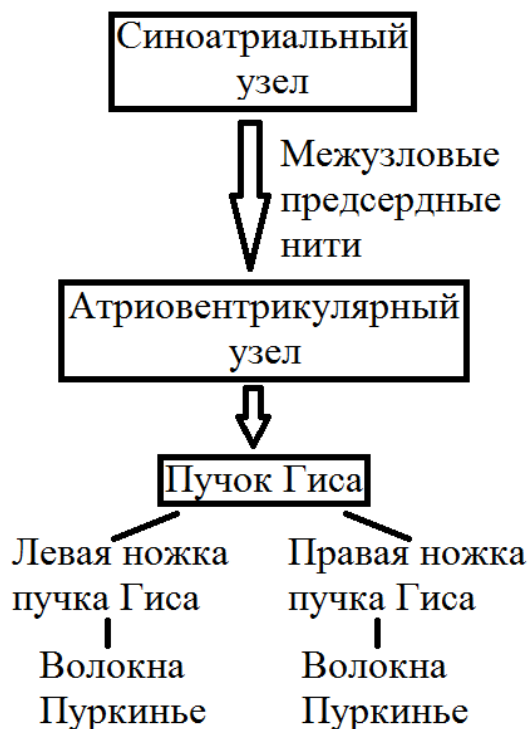


Рис. 1. Условная схема проводящей системы сердца

Распространение электрического импульса (потенциала действия) в проводящей системе и мышцах предсердий и желудочков сопровождается деполяризацией и реполяризацией соответствующих клеток сердца. Эти процессы аналогичны проведению потенциала действия в отростках нервных клеток [6] и обусловлены, прежде всего изменением проводимостей натриевых, кальциевых и калиевых ионных каналов в мембранах клеток под действием надпороговых раздражений.

Заключение

На основании выше сказанного авторами ведется работа, направленная на создание модели, позволяющей исследовать распространение возбуждения в сердце человека и подающей надежды на формирование сложных трехмерных моделей.

Список информационных источников

1. Hodgkin A., Huxley A. A quantitative description of membrane current and its application to conduction and excitation in nerve // J. Physiol. – 1952. – Vol. 117. – P. 500–544.
2. Coraboeuf E. Ionic basis of electrical activity in cardiac tissues // J. Physiol. – 1978. – Vol. 234(2). – P. H101-H116.
3. Mac Allister R., Noble D., Tsien R.W. Reconstruction of electrical activity of cardiac Purkinje fibres // J. Physiol. – 1975. – Vol. 215. – P. 1–59.

4. Beeler G., Reuter H. Reconstruction of the action potential of myocardial fibres // J. Physiol. – 1977. – Vol. 268. – P. 177–210.
5. Гангонг В. Физиология человека / Пер. с англ. – Л.: БаК, 2002. – 784 с.
6. Horyachko V., Drohomiretska Kh., Kotsyuba M. Mathematical model of action potential propagation in neuron axon // VI International Workshop Computational Problems of Electrical Engineering. Proceedings. – Zakopane, Poland, September 1–4, 2004. – P. 137–138.

ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ДЛЯ ГЕНЕРАТОРА НА ЛАВИННЫХ ТРАНЗИСТОРАХ

Дуснеков Н.Д.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Торгаев С.Н., к.ф.-м.н., доцент кафедры промышленной и медицинской электроники

Существует множество способов получения импульсов наносекундной длительности. Большинство схем построено на магнитных ключах, полупроводниковых элементах, плазменных прерывателях тока и т.д. одной из базовых схем, является схема Маркса. Основными недостатками данной схемы является низкая частота повторения получаемых импульсов, а также недолговечность коммутирующих элементов – разрядников, связанная с эрозией электродов и загрязнением межэлектродного пространства. Коммутирующим прибором, лишенным данных недостатков является лавинный транзистор, т.е. для получения высокочастотных импульсов наносекундной длительности целесообразно использовать схемы генераторов на лавинных транзисторах [1,2]. Для таких генераторов необходимо разработать источник питания со следующими выходными параметрами: $U_{\text{вых}} = 50 \dots 300 \text{ В}$, $\Delta U = 0.5 \text{ В}$, $I_{\text{вых max}} = 0.5 \text{ А}$

Данная статья посвящена разработке источника питания для генераторов на лавинных транзисторах. Реализовывался согласно структурной схеме, представленной на рис. 1.

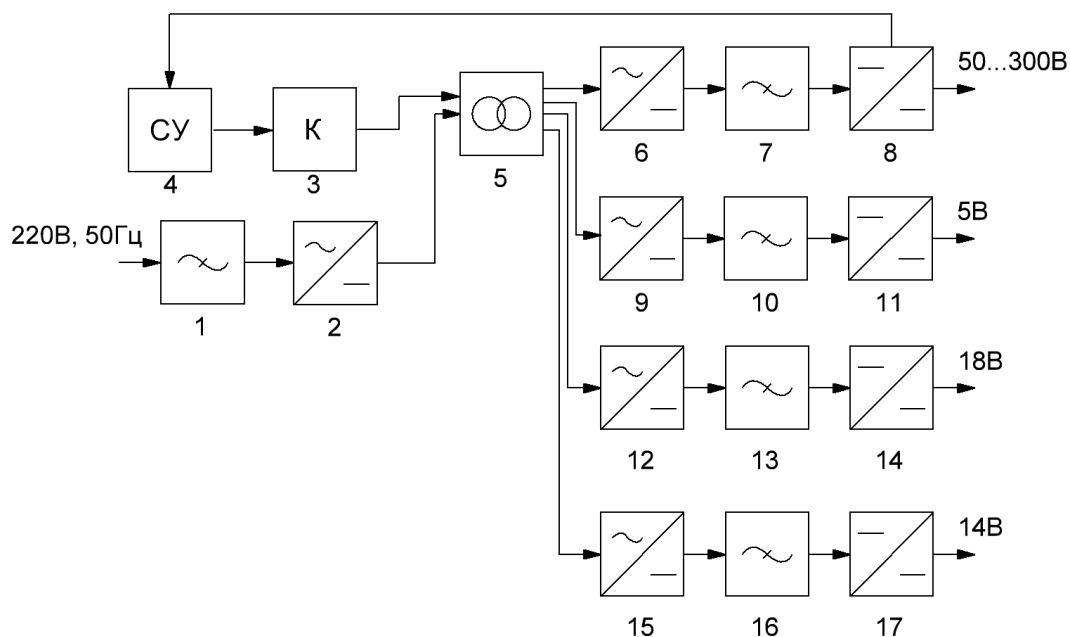


Рис. 1. Структурная схема источника питания

Напряжение сети поступает на вход сетевого фильтра (1), с выхода фильтра на вход неуправляемого выпрямителя (2). Блок СУ – система управления ключом (3). Выход 50..300В служит для работы генератора на лавинных транзисторах, Выход 5В является питанием для цифровых микросхем, 18В для работы драйвера, 14В подается на систему управления.

На основании данной структурной схемы была разработана принципиальная схема источника питания. Принципиальная схема была построена с использованием прямоходового преобразователя постоянного напряжения [3]. На рис. 2 представлена схема силовой части преобразователя. Система управления построена на базе ШИМ контроллера UC3845.

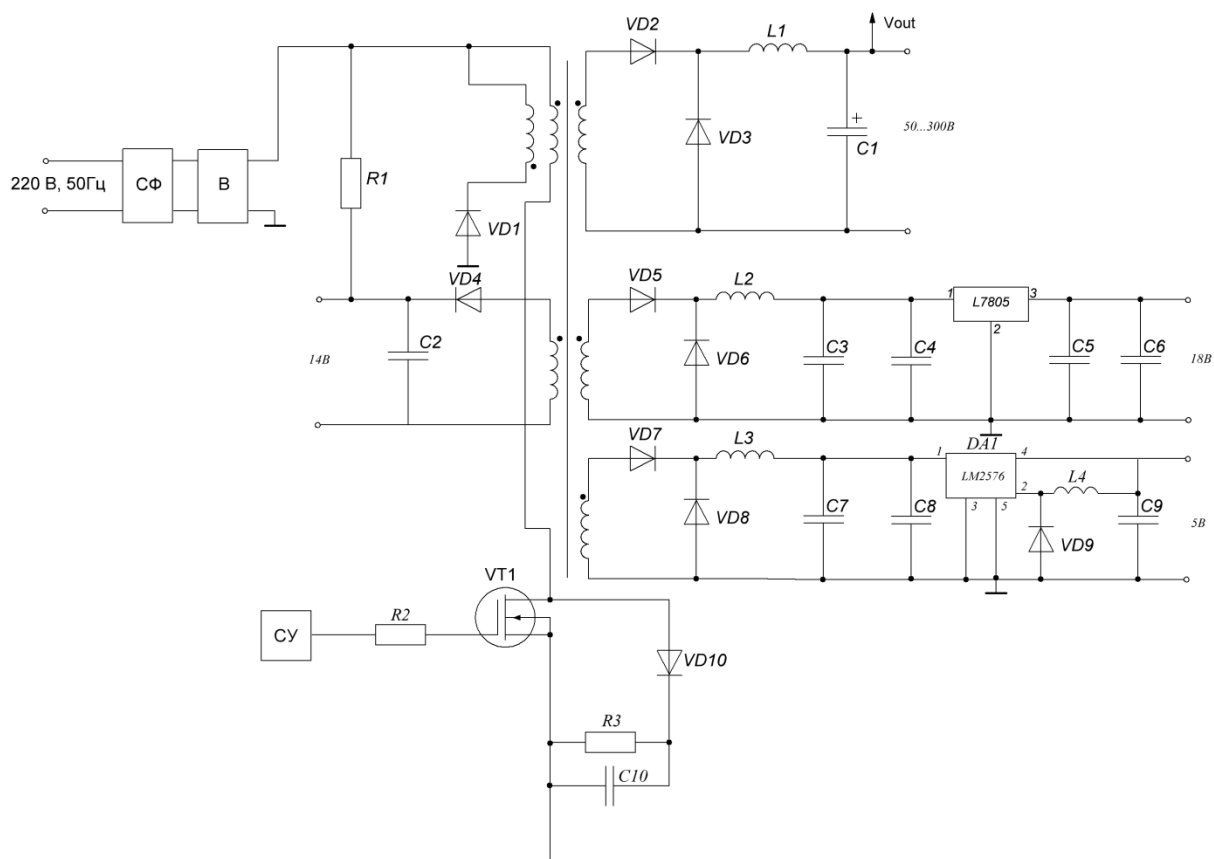


Рис. 2. Принципиальная схема силовой части источника питания: СФ – сетевой фильтр, В – выпрямитель, СУ – система управления.

Таким образом, разработанный источник питания позволяет получить на выходе первого канала регулируемое напряжение в диапазоне от 50 до 300В и постоянные напряжения равные 5В, 18В и 14В. Данная схема имеет гальваническую развязку выхода от входа, работает от стандартной однофазной сети переменного тока (220В, 50Гц) и имеет систему стабилизации выходного напряжения.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 14-19-00175.

Список информационных источников

1. Дьяконов В.П. Лавинные транзисторы и тиристоры. Теория и применение. М.: СОЛОН-Пресс, 2008.
2. Дьяконов В. П. Генераторы наносекундных импульсов на лавинных и МДП-транзисторах // ПТЭ. 1981. № 1
3. Зиновьев Г.С. Основы силовой электроники: Учебник. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2000. – Ч. 2 – 197 с.

ИЗМЕРИТЕЛЬ ИМПУЛЬСНОЙ ДОЗЫ БЕТАТРОНА

Затонов И.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Штейн М.М., к.т.н., заведующий
лабораторией разработки малогабаритных бетатронов*

Обеспечение безопасности границ государства, противодействие преступности, в том числе терроризма, защита прав граждан на жизнь и здоровье является первоначальной задачей стоящей перед Россией и другими государствами. Решение данной проблемы кроется в разработке технологий, которые позволяют эффективно бороться с организованной преступностью и терроризмом.

Важной задачей стоящей перед внутренними органами государства является контроль за перемещением грузов для выявления незадекларированных товаров и запрещенных к импорту товаров на территории РФ, таких как: взрывчатых, радиоактивных, наркотических, ядовитых веществ.

В местах досмотрового контроля комплексы цифровой радиографии занимают особо важное место. Суть метода цифрового рентгенографического досмотра - визуализация структуры объекта контроля с идентификацией инородного материала и его геометрическое положение. Для досмотра крупногабаритных объектов в досмотровых комплексах рентгенографического контроля в качестве источника излучения используют бетатроны и линейные ускорители.

В цифровой радиографии широко распространен метод дуальной энергии, который позволяет определять вещества в соответствии с их атомным номером Z . Возможность классифицировать материал появляется после сравнения поглощения на двух энергиях.

Каждый импульс бетатрона подвержен статическим флуктуациям, в результате чего, следующие друг за другом импульсы могут отличаться по дозе до 40%. Производители пытаются достичь значения среднеквадратичного показателя отклонения (СКО) в пределах 4-6%. Камеры со значением СКО равным 8% на 10000 импульсов, не поставляются покупателям.

Флуктуация еще более негативно сказывается в режиме дуальной энергии. Флуктуация импульсов затрудняет точное измерение коэффициентов ослабления материалов при различных энергиях, что является информативным признаком для распознавания материалов. При отсутствии нормировки отсчетов детекторов линейки, изображение

объекта может стать нечитаемым из-за различной яркости вертикальных полос.

Одним из путей, который позволяет частично устранить флуктуацию является нормировка отсчетов линейки на величину импульсной дозы бетатрона. На данный момент такого устройства нет. На данный момент в НИ ТПУ ведутся работы по проектированию и разработке измерителя импульсной дозы(ИИД). Разработка ИИД и включение его в состав бетатрона является актуальной задачей.

Разрабатываемый прибор должен соответствовать ряду требований, таких как:

- ИИД должен быть интегрирован в бетатрон;
- Выходная форма волн- прямоугольные импульсы;
- Возможность одновременного управления дозой в ИИД и в самом бетатроне;
- Длительность импульса - $1\text{мс}\pm 10\%$;
- Наличие переключателя для выбора режима работы (одна высокая, одна низкая, дуальная энергия).

Один из вариантов разработки ИИД- использовать в качестве ИИД монитор излучения, который уже есть в бетатроне. В свою очередь, данный вариант имеет существенные недостатки. Одним из таких недостатков является инерционность монитора, которая определяется инерционностью воздушной ионизационной камеры и величиной паразитной емкости, которая образована плоскими электродами камеры. Сигналы с выхода монитора в моноэнергетическом и дуальных режимах после усиления представлены на рисунке 1.

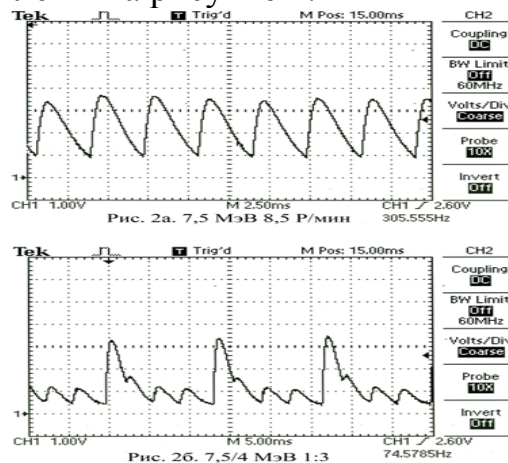


Рис. 1. Сигнал монитора излучения бетатрона.

Инерционность камеры приводит к тому, что сигнал достигает максимум примерно через 1 мс после импульса излучения. Из-за малого тока самой камеры в цепь нагрузки камеры приходится ставить большой

резистор, паразитная емкость камеры не успевает разрядиться полностью к следующему импульсу. Это приводит к тому, что невозможно точно измерить импульсную дозу каждого импульса.

Другой возможный вариант разработки прибора - изготовление детектора, который применяется в досмотровых линейках (сцинтиллятор из вольфрамата кадмия и детектор цезий-йод). Но использование детекторов данной типа имеет большее время послесвечения, что не позволяет применять метод дуальной энергии.

Еще одним возможным вариантом создания ИИД является разработка электрической схемы с использованием фотодиода (рис.2) На данный момент проводятся эксперименты по оценке радиационной стойкости детектора. В качестве источника излучения используется кобальтовая пушка. Фотодиод помещается прямо на выходном окне коллиматора,

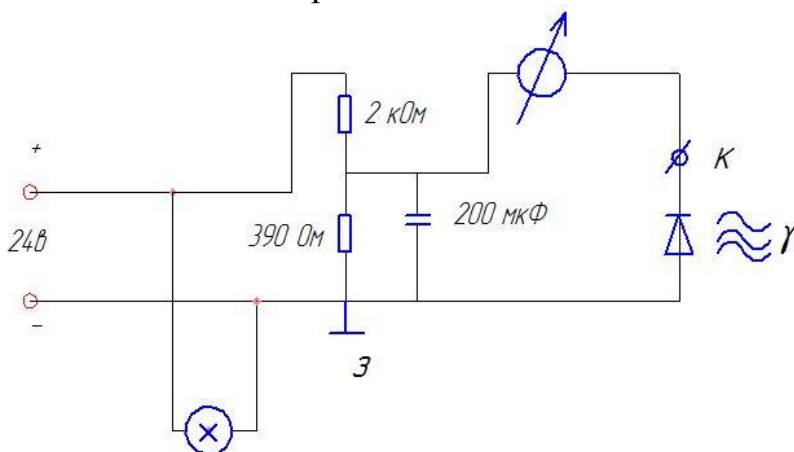


Рис. 2. Электрическая схема с фотодиодом.

Нами были проведены эксперименты по оценке радиационной стойкости детектора. Для этого была использована имеющаяся в институте кобальтовая пушка. Детектор располагался прямо в выходном окне коллиматора, сама же схема была вынесена из зоны действия пучка излучения. Мощность дозы у выходного окна составляла 6.7 рад/с. На фотодиод было подано напряжение питания 4 В. При помощи микроамперметра измерялся постоянный ток, протекающий через фотодиод. Темнотой ток фотодиода при отсутствии радиации оказался равный 29 мкА.

Проведенный эксперимент показал неустойчивость фотодиода к радиации. Было выдвинуто предположение, что неустойчивость фотодиода к радиации определяется воздействием радиационного пучка на клей, которым соединены кристалл и другие составляющие фотодиода. Под воздействием радиации клей темнеет, в результате чего кристалл перестает пропускать световой поток.

Таким образом, для проверки устойчивости деталей фотодиода к радиационному излучению, необходимо удалить клей с поверхности деталей фотодиода и осуществить их жесткую заделку, после чего повторить опыт для снятия зависимости тока, проходящего через фотодиод, от дозы радиационного пучка. Предполагается продолжать работы по созданию измерителя импульсной дозы.

Список информационных источников

1. Касьянов С.В., Ковалев М.К. Применение бетатрона с дуальной энергией для комплекса досмотрового контроля // Современная техника и технологии, 2012. -№20. - С. 91 - 92.
2. Сидуленко О.А., Касьянов В. А., Касьянов С. В., Осипов С.П. Методика оценки производительности досмотрового комплекса для контроля крупногабаритных объектов. // Контроль. Диагностика. – 2005. – №12. – С. 75– 83.
3. Щетинкин С.А., Чахлов С.В., Усачев Е.Ю. Использование метода двуэнергетической цифровой радиографии для портативных рентгентелевизионных систем.// Контроль. Диагностика. – 2006. -№2. -с. 49 - 52
4. Касьянов С.В. Применение бетатронов в радиографических досмотровых системах //Известия Томского политехнического университета. - 2008 - Т. 312, - № 2 (Приложение). - с. 134-138

ПРОГРАММА ПО ИЗУЧЕНИЮ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ

Киселева В. А., Торгаев С. Н.^{1,2,3}

¹*Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, Томск, Россия*

²*Томский государственный университет, г. Томск*

³*Томский политехнический университет, г. Томск*

*Научный руководитель: Торгаев С.Н., к.ф.-м.н., доцент кафедры
промышленной и медицинской электроники*

Цифровая обработка получает достаточно широкое применение. Например, цифровая фильтрация может использоваться для обработки звуковых сигналов, для фильтрации видео и изображений, для спектрального анализа, для обработки опытных данных и т.д., например для анализа биомедицинских сигналов. Поэтому инженеры-электронщики должны обладать знаниями по цифровой обработке. С такой целью

разработана программа для расчета коэффициентов цифровых фильтров и анализа медицинских сигналов.

Программы разработана для расчета коэффициентов цифровых фильтров. На рисунке 1 представлен внешний вид программы:

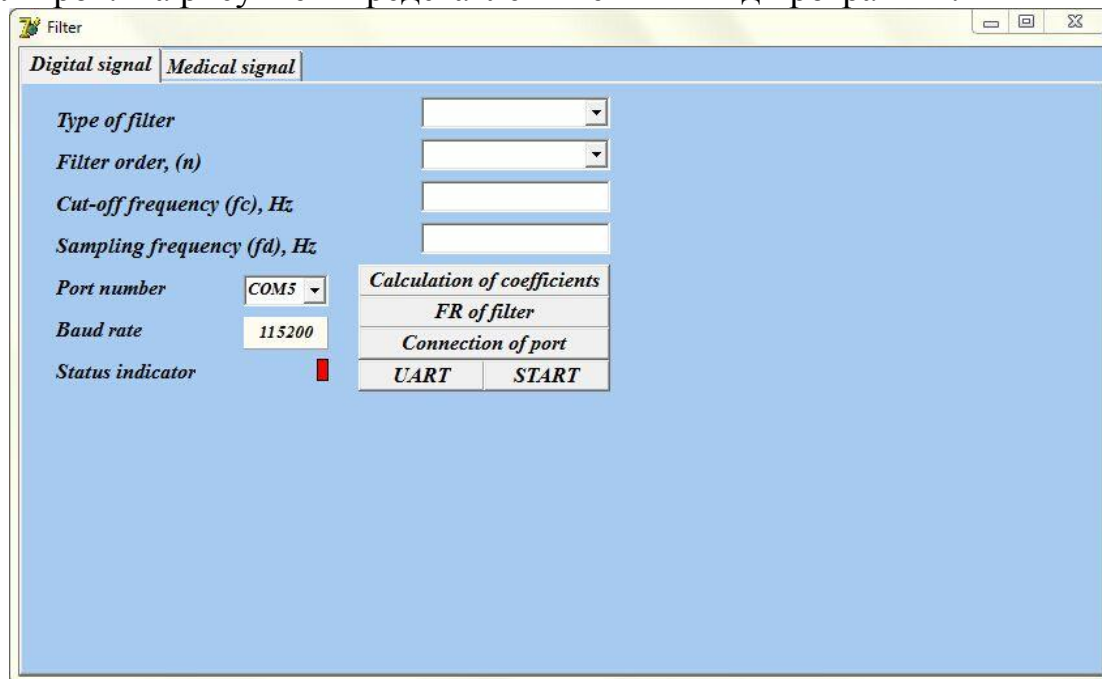


Рис.1. Внешний вид первой вкладки программы для расчета коэффициентов цифровых фильтров

Исходными параметрами являются: тип фильтра (ФНЧ/ФВЧ – Баттерворта/Чебышева), порядок фильтра (1-5), частота дискретизации (Гц) и частота среза(Гц). После расчета коэффициентов фильтра, программа позволяет построить график амплитудно-частотной характеристики. При нажатии кнопки UART осуществляется передача в микроконтроллер коэффициентов фильтра, а также частоты дискретизации, что позволяет осуществлять перестройку аппаратной реализации ЦФ. Как примеры на Рис.2 введены результаты расчета ФНЧ Баттерворта 5-го порядка и ФВЧ Чебышева 4-го порядка.

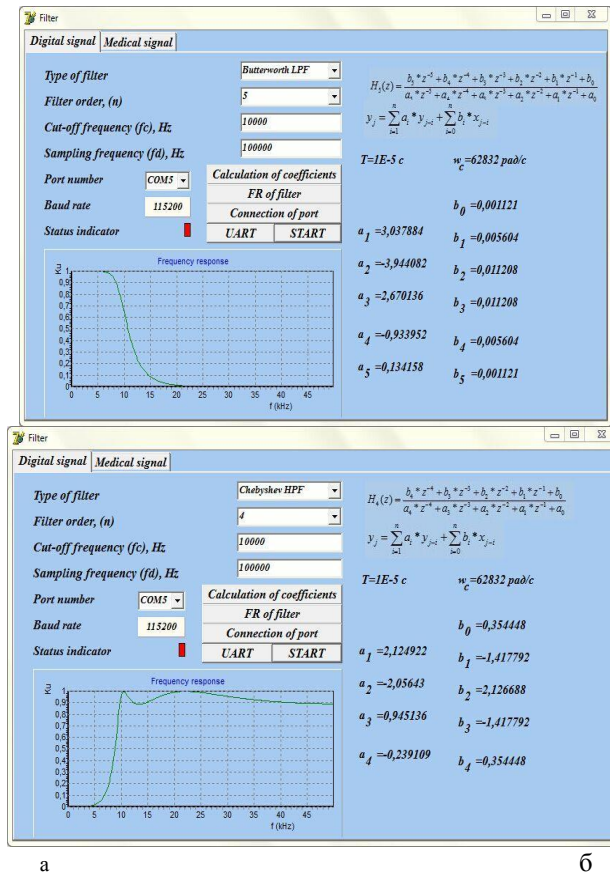


Рис.2. Внешний вид первой вкладки программы для расчета коэффициентов цифровых фильтров: ФНЧ баттерворта 5-го порядка – а, ФВЧ Чебышева 4-го порядка – б.

Таким образом, разработанная программа позволяет осуществлять расчёты параметров цифровых фильтров различного типа и различного порядка. При этом, использование модуля последовательной передачи данных имеет возможность реализации цифрового фильтра на практике с возможностью его перестройки в режиме реального времени.

Работа частично поддержана грантом РФФИ № 14-08-31640 мол_а.

Список информационных источников

1. Математические основы обработки сигналов: учебное пособие / О.С. Вадутов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 212 с.
2. Основы программирования в Delphi 7 / Н. Б. Культин. — СПб.: БХВ-Петербург, 2007. — 598 с.: ил. + CD-ROM. — Самоучитель. — Предметный указатель: с. 595-598. — ISBN 978-5-94157-269-4.

3. Delphi 7 : Справочное пособие / А. Я. Архангельский. — Москва: Бином-Пресс, 2003. — 1024 с.: ил. — Предм. указ.: с. 1005-1022. — ISBN 5-9518-0027-7.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ВЕРИФИКАЦИИ DES

Кожевников Д. С.¹, Халеев А. А.¹, Торгаев С.Н.^{1,2}

¹*Томский государственный университет, г. Томск*

²*Томский политехнический университет, г. Томск*

*Научный руководитель: Евтушенко Г.С., д.т.н., профессор кафедры
промышленной и медицинской электроники*

Информационные технологии, в том числе технологии передачи информации, активно и непрерывно развиваются как в России, так и за рубежом, и соответственно повышается необходимость защиты используемой и передаваемой информации. Криптографические методы защиты информации (ЗИ) используют математические методы и модели для шифрования и дешифрования защищаемой информации, причем шифрование и дешифрование могут осуществляться как программно, так и аппаратно; используется также программно-аппаратное шифрование. В случае аппаратного шифрования по алгоритму шифрования реализуется логическая схема (шифратор): входные последовательности, поступающие на данную схему, представляют собой защищаемую информацию, а соответствующие выходные последовательности — зашифрованную информацию. В настоящее время активно расширяются масштабы использования аппаратных шифров, обеспечивающих высокую скорость шифрования (более 1500 Мбит/с). Логические схемы шифраторов и дешифраторов постоянно совершенствуются. Поскольку ни один из известных методов синтеза не доставляет оптимальные схемы, то одним из способов совершенствования таких схем является их оптимизация относительно различных критериев [1].

Аппаратные реализации на сегодняшний день становятся все более и более распространёнными, поскольку они могут обеспечивать более высокую производительность по сравнению с программными. В настоящее время практически каждая телекоммуникационная система имеет интегрированные (встроенные) аппаратные компоненты. Эти компоненты могут быть использованы в различных целях, начиная со специализированных устройств, которые достаточно редко используются в ходе работы технической системы и заканчивая компонентами, которые контролируют работу всей системы. Таким образом, аппаратные компоненты должны быть тщательно протестированы и верифицированы

по отношению ко всем функциональным и не функциональным требованиям. В данной работе мы в качестве исследуемой системы принимаем алгоритм шифрования, создаем его программную и аппаратную реализации и верифицируем их при помощи мутационного тестирования. Главным критерием при верификации являлось создание полноты синтезируемых тестов, которые могут покрыть все случайно вносимые ошибки в код алгоритма [1, 2].

Описание работы схемы управления

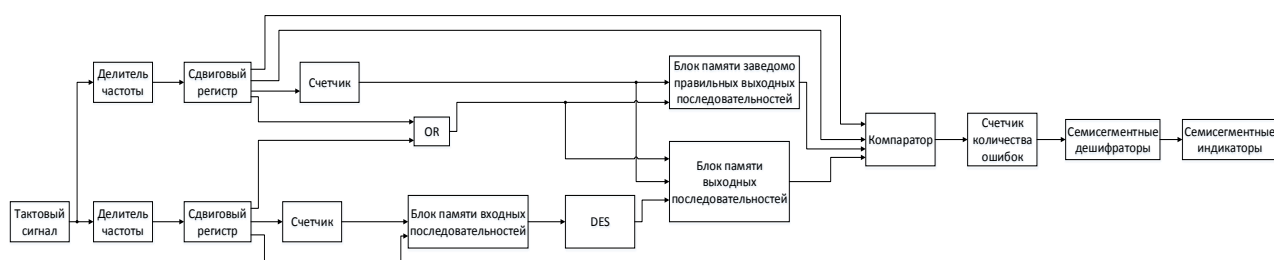


Рис. 1. Схема управления

На рисунке 1 представлена функциональная схема работы схемы управления. Входные последовательности шифруются, записываются в память. Далее проводится сравнение правильности шифрования и выдается результат о количестве ошибок.

Этапы работы схемы:

1) Считывание из памяти входных последовательностей, шифрование алгоритмом DES и запись в память.

После включения тумблера SW0 (PIN_AC9) на вход разрешения делителя поступает неактивный сигнал и на выходе появляются импульсы с частотой 10 кГц. Самый первый импульс приходит на сдвиговый регистр и устанавливает на SO0 «1» это является тактовым сигналом для памяти ROM, где хранятся входные последовательности для шифрования алгоритмом DES. Так как в начальный момент времени на выходе счетчика адреса установлен «0» на всех выходах – по тактовому сигналу из памяти будет прочтена ячейка с нулевым адресом и данные из нее отправлены на вход алгоритма шифрования. Зашифрованные данные с выхода алгоритма поступают на вход блока памяти RAM. На эту память дублируется адрес ячейки с памяти ROM, поэтому данные из нулевой ячейки одной памяти запишутся по тактовому сигналу в нулевую ячейку другой памяти. Для того, чтобы не получилось одновременного считывания-записи и данные успели зашифроваться, реализован регистр сдвига, который подает тактовые сигналы на блоки памяти, сдвинув их во времени. Пока счетчик адреса не досчитал до предельного значения, на его выходах $A = \langle 0 \rangle$ и $B = \langle 1 \rangle$. Эти сигналы подключены к ножкам управления чтения/записи на память RAM. Следующий тактовый сигнал

на регистре сдвига приведет к установке «1» на выходе SO2. Это будет являться тактовым сигналом для счетчика адреса. Прибавив единицу к своему предыдущему значению, счетчик будет удерживать это значение на адресных входах памяти. Далее регистр сдвига сбрасывается и цикл начинается сначала, но уже считывание и запись происходит в других ячейках. Так повторяется до тех пор, пока счетчик адреса не достигает до предельного значения. Предельным значением является количество входных последовательностей. После этого на выходах счетчика адреса $A = \langle 1 \rangle$, $B = \langle 0 \rangle$ - это установка разрешения считывания с памяти RAM.

2) Считывание зашифрованных данных из памяти RAM, сравнение их с заведомо правильными выходными последовательностями и вывод количества несовпадений.

После включения тумблера SW1 на вход разрешения верхнего делителя частоты поступает неактивный сигнал и на выходе делителя появляются импульсы с частотой 10 кГц. Самый первый импульс приходит на верхний регистр сдвига, на его выходе SO0 появляется единица – это является тактовым сигналом для памяти RAM и ROM одновременно. Так как в этот момент на всех выходах верхнего счетчика адреса был «0» – на выходных шинах данных памяти RAM и ROM устанавливаются данные из нулевой ячейки. Следующий тактовый импульс на регистр сдвига приведет к смене адреса на шинах адреса блоков памяти. Третий импульс будет являться тактовым для цифрового компаратора. По этому импульсу он побитово сравнивает выходные шины данных с блоков памяти. Если данные не отличаются, то на выходе компаратора установлен низкий уровень. При обнаружении ошибки на выходе устанавливается высокий уровень, а следующий тактовый импульс на регистре сдвига приводит к установке высокого уровня на ножке R компаратора и высокий уровень на выходе сбрасывается. Это сделано для того, чтобы не случилось наложения – высокий уровень не был установлен на выходе компаратора при смене адреса и счетчик ошибок, работающий по фронту, корректно подсчитывал ошибки. Как только на выходе компаратора появляется нарастающий фронт – это является для счетчика ошибок тактовым сигналом. Он прибавляет единицу и выводит количество на выходные шины. Далее с помощью дешифраторов происходит преобразование двоичного кода с выхода счетчика ошибок в шестнадцатеричный и вывод на семисегментные индикаторы. Данный цикл повторяется предельное количество + 1 раз. Предельным количеством является количество входных последовательностей. Прибавить единицу необходимо по причине того, что счетчик сменив адрес на предельную ячейку останавливает счет и останавливает поступление импульсов на регистр сдвига. Следовательно, на компаратор

не приходит тактовый импульс для сравнения данных. Данная проблема и решается увеличением счета на один такт.

Описание DES

DES представляет собой блочный шифр, которые преобразует данные открытого текста 64-битовыми блоками. Соответственно, на вход алгоритма подаётся 64-битовый блок открытого текста, а с выхода снимается 64-битовый блок шифротекста. Отметим, что DES является симметричным алгоритмом, а именно, для шифрования и дешифровки используются одинаковые алгоритм и ключ (за исключением небольших различий в использовании ключа). [1]

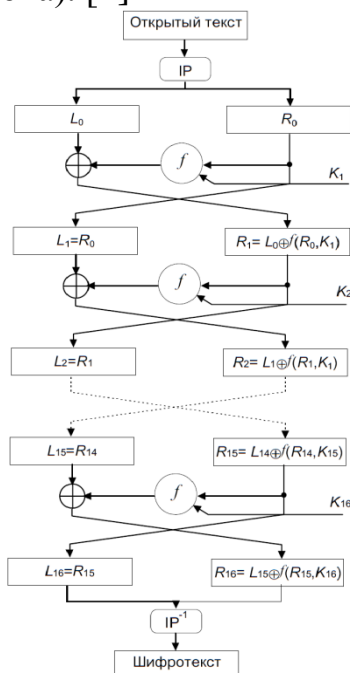


Рис. 2. Алгоритм шифрования DES.

Длина ключа равна 56 битам. Отметим, однако, что ключ, как правило, представляется 64-битовым числом, но каждый восьмой бит используется для проверки четности и игнорируется; Биты четности являются наименьшими значащими битами байтов ключа. Согласно стандарту DES, ключ, который может быть любым 56-битовым числом, можно изменить в любой момент времени. Тем не менее, известно, ряд чисел являются слабыми ключами в смысле стойкости шифра, поскольку первоначальное значение ключа, в ходе алгоритма шифрования, расщепляется на две половины, каждая из которых сдвигается независимо. Примером может служить вектор, наполовину состоящий из единиц и наполовину из нулей. В этом случае для всех этапов алгоритма используется один и тот же ключ. [1] На рисунке 2 приведена схема алгоритма шифрования DES.

Алгоритм DES был реализован аппаратно на ПЛИС типа FPGA Cyclone II Starter Development Board компании Altera (рисунок 3).

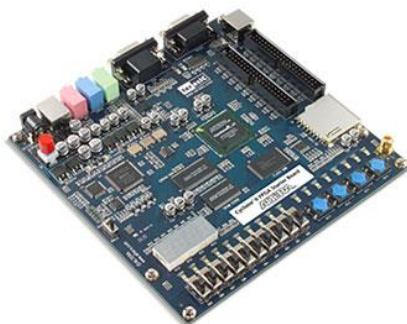


Рис. 3. Внешний вид платы Cyclone II Starter Development Board

Помимо аппаратной реализации докладчиками была разработана программная реализация алгоритма шифрования DES. Соответствующая программа была написана на языке C++ с использованием интегрированной среды разработки Microsoft Visual Studio 2013 Express Edition.

Программа принимает на вход 64-битовый вектор (блок открытого текста) и случайным образом сгенерированный ключ той же размерности. На выходе получается 64-битный блок шифротекста. Отметим, что программная реализация использует технологию ООП, а именно, для обработки булевых векторов размерности более 32 бит был реализован класс «Длинный булев вектор».

При использовании FPGA технологии поведение синтезируемой схемы и/или ее компонентов описывается на языке логического проектирования, например, VHDL или Verilog. Далее с использованием подходящего программатора проектируется схема из программируемых логических блоков (ПЛБ), которая впоследствии преобразуется в логическую схему соответствующего цифрового устройства. Поэтому для верификации функционирования аппаратных реализаций, синтезированных с применением технологии FPGA, имеет смысл, в первую очередь, рассматривать возможные ошибки в описаниях в соответствующих языках логического проектирования Verilog, VHDL и др. В данной работе мы рассматриваем верификацию Verilog-описанием, тем не менее, мы отмечаем, что предлагаемый метод естественным образом переносится и на другие описания в языках логического проектирования.

Тестирование проводилось в два этапа: на первом этапе на вход проверяемой реализации подавалось 10000 тестовых наборов с различным шагом. Для оценки полноты тестирования случайным образом строились одиночные и кратные мутанты Verilog-кода типа замены элемента XOR на элемент OR в первом раунде DES. Все кратные неисправности

обнаруживаются достаточно просто большим количеством тестовых наборов. Результаты экспериментов приведены в таблице 1.

Результаты тестирования аппаратной реализации Таблица 1

Одиночная замена XOR на OR		Кратная замена XOR на OR	
№ элемента XOR	Количество наборов, обнаруживающих мутанта	№ элементов XOR	Количество наборов, обнаруживающих мутанта
1,2,4,5,7-11,13-17,21-23,25,26,28-31,34,35,37,39-42, 45-47	0	3, 6	6605
3	3149	3, 6, 12	8301
6	4992	3, 6, 12, 17	8301
12,24,32,44	5000	18, 20	5002
18,20	5002	32,33	7616
19,36,38,43	10000	12,24,32,44	10000
27	4880	12,24	7500
33	5226	32,44	7500
48	5005		

Как видно из таблицы, полнота синтезируемых тестов практически не зависит от шага при синтезе тестов и остается достаточно низкой для функциональных ошибок (на уровне 50-60% для случайно вносимых ошибок в Verilog-описание), даже при небольшом шаге тестирования. На втором этапе тест достраивался с использованием мутантов verilog-описания, таких как замена элемента XOR на элемент OR в одном из раундов DES, обрыв связей, «залипание» некоторых входов и т.п. и построения соответствующей различающей последовательности для неэквивалентных мутантов. При рассмотрении достаточно большого количества мутантов полнота синтезируемых тестов для случайно вносимых ошибок в Verilog-описание тестов оказалась более 90% (при той же длине теста, что и при случайном тестировании). Таким образом, экспериментальные результаты показывают эффективность предложенного подхода к верификационному тестированию ПЛИС на основе FPGA технологии.

Работа частично поддержана грантом РФФИ № 14-08-31640

мол_а.

Список информационных источников

1. Шнайер Б. - Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке С. — М.: Триумф, 2002. — 816 с.
2. Shatilov N. P. , Kozhevnikov D. S. , Kushik N. G. , Torgaev S. N. On Using Program Specifications in Hardware Testing // 15th International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices (EDM-2014): proceedings, Алтай, 30 June-4 July 2014. - Novosibirsk: NSTU, 2014 - p. 154-157

АКУСТИЧЕСКИЙ УРОВНЕМЕР ДЛЯ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Комаров С.Е., Цзюй Янян

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Солдатов А.И., д. т. н., профессор кафедры
промышленной и медицинской электроники*

Контроль уровня сыпучих материалов довольно распространенная задача в промышленности и сельском хозяйстве. Хранение сыпучих веществ может осуществляться в открытых и закрытых сосудах, резервуарах, хранилищах и других ёмкостях. Уровнемеры так же называют датчиками/сигнализаторами уровня, преобразователями уровня. Главное отличие уровнемера от сигнализатора уровня — это возможность измерять градации уровня, а не только его граничные значения [1].

Одним из наиболее распространенных методов бесконтактного измерения уровня в промышленности является акустическая или ультразвуковая эхолокация.

В сухом, чистом и неподвижном воздухе поглощение акустических колебаний имеет наименьшую величину и осуществляется молекулами кислорода. Во влажном воздухе поглощение возрастает, но остается меньшим по величине, чем в турбулентном воздушном потоке. Поглощение звука во влажном воздухе происходит за счет взаимодействия молекул кислорода и водяного пара. Часть звуковой энергии при неупругих столкновениях молекул переходит в колебательную энергию атомов в молекулах. Для всех частот с увеличением относительной влажности поглощение звука сначала возрастает, при влажности 10...20% достигает максимума и при дальнейшем увеличении влажности монотонно уменьшается. Воздух, наполненный туманом, не может не вызывать добавочного поглощения и рассеяния звука. Затухание звука в тумане происходит благодаря его рассеиванию на каплях, так как капли участвуют

в колебательном движении и испаряются при сжатиях звуковых волн [2].

При контроле сыпучих материалов упругие колебания распространяются по воздушной среде и отражаются от границы раздела воздух-сыпучий материал. Дистанция между излучателем и отражающей поверхностью определяется из выражения:

$$S = c \cdot t / 2,$$

где S – расстояние, t – время задержки отраженного сигнала, c – скорость звука в среде.

Важной физической характеристикой воздуха, зависящей только от температуры, является скорость звука. Скорость звука C (м/с) в воздухе можно вычислить, зная абсолютную температуру T (К):

$$c = 20.076\sqrt{T}.[3]$$

На практике на результат измерения уровня оказывают влияние скорость звука, а также наличие в воздухе пыли и мелкодисперсных капель воды (тумана), которые влияют на уровень затухания сигнала. Соответственно необходимо подстраивать усиление приемника сигнала, чтобы нивелировать это воздействие.

Современный точный уровнемер не может обойтись без сопутствующих измерений температуры и влажности. На рисунке 1 представлена его структурная схема.



Рис. 1. Структурная схема

Кроме параметров среды при измерении сыпучих материалов значительную погрешность вносит геометрия отражающей поверхности объекта. В связи с этим был предложен акустический уровнемер, особенностью которого является возможность изменения угла наклона излучателя-приемника относительно вертикальной оси.

Принцип работы основан на методе эхолокации: расстояние от чувствительного элемента до объекта пропорционально времени задержки отраженного сигнала [4].

Установка системы позиционирования чувствительного элемента позволит скорректировать показания прибора на основе данных о геометрии поверхности объекта, а так же о состоянии среды, соответственно оценить скорость звука и уровень затухания в среде, что позволяет избавиться от дополнительных датчиков температуры и влажности. Естественно у предложенной схемы есть недостатки — усложнение конструкции снижает надежность системы, отказ от дополнительных датчиков ведет к необходимости постоянной автоматической калибровки измерителя для слежения за состоянием среды.

Однако схема имеет существенный потенциал для доработки. Так, применение более высокочастотного тестового сигнала, а также варьирование частоты позволит значительно увеличить точность, которая определяется длиной волны [3].

Схема экспериментальной установки представлена на рисунке 2.

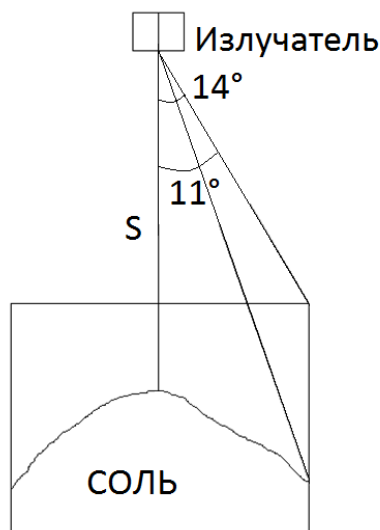


Рис.2 Схема экспериментальной установки

Результаты проведенных испытаний, предложенной структурной схемы представлены на рисунках 3 и 4.

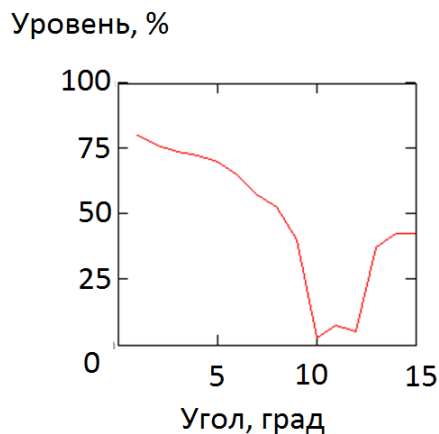


Рис.3



Рис. 4

По рисунку 3 видно, что при угле наклона излучателя до 10 градусов амплитуда отраженного сигнала затухает постепенно, а при углах больше 10 градусов видно резкое уменьшение амплитуды, обусловленное большим углом падения на поверхность. Кроме того, наблюдались многочисленные отраженные сигналы, которые возникли из-за переотражения сигнала от стенки сосуда и поверхности сыпучего материала. По рисунку 4 видно, что компаратор срабатывал не по первому отраженному импульсу. Таким образом, измеряя отраженный сигнал по времени и амплитуде, можно определить неровности геометрической поверхности исследуемого объект, следовательно, увеличить точность определения объема. На рисунках 5 и 6 показан вид излучателя, который использовался для проведения экспериментов.

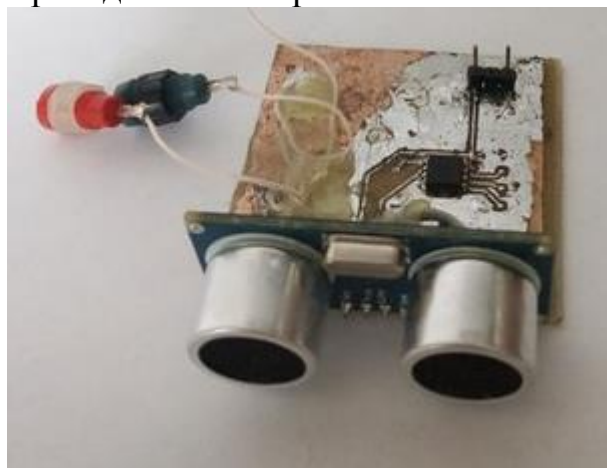


Рис.5.



Рис.6

Список информационных источников

1. ru.wikipedia.org/wiki/Уровнемер
2. school-collection.edu.ru/Аэродинамика/
3. Загадки простой воды. Всеволод Арабаджи. М: «Знание», 1973.
4. Повышение точности работы акустического скважинного глубиномера. О.Г.Литвинов.

РАЗРАБОТКА ФАНТОМА ДЛЯ ОПЫТНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВА ДИАГНОСТИКИ ГЕМАТОМ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Латышева А.И.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Аристов А.А., к.т.н., доцент кафедры
промышленной и медицинской электроники*

Одной из наиболее актуальных проблем, после разработки варианта технического осуществления устройства диагностики гематом головного мозга на основе метода оптической диффузионной томографии, является проблема опытного тестирования прибора. Это связано с тем, что испытания непосредственно на человеке не могут быть разрешены комитетом этики, без предварительных опытов на животных или моделях физически близких к реальным объектам, на которые направлено исследование.

Решить эту проблему представляется возможным с использованием фантома (физическая модель) головы человека.

Для того, чтобы корректно построить данную модель, необходимо в первую очередь хорошо представлять основные эффекты, возникающие при распространении излучения в следующих биологических тканях – костная ткань, головной мозг и кровь [1].

Биологическая ткань – это оптически неоднородная среда. Наиболее значимыми для процессов моделирования являются реальные коэффициенты поглощения и рассеяния ткани. Показатели поглощенного, рассеянного и прошедшего излучения несут информацию о формирующих образец биоткани факторах [2].

Поэтому искусственные материалы, используемые для конструирования фантома головы, должны обладать оптическими свойствами близкими к оптическим свойствам реальных структур головы человека через которые проходит излучение в процессе исследования.

Чтобы иметь возможность извлечь полезную информацию, и интерпретировать результаты экспериментов по рассеянию, поглощению и прохождению излучения через биоткань, необходимо также построить адекватную оптическую модель соответствующей ткани, и на ее основе решить задачу распространения излучения в данной среде [3]. Решение данной задачи поможет выбрать оптимальное расположение источников и приемников излучения в оптической измерительной системе и выработать алгоритм обработки данных, для получения наиболее полной информации о сканируемых в ходе исследования структурах.

Был проведен ряд экспериментов с фотометрическим шаром на прохождение и обратное рассеяние излучения, различного оптического диапазона через реальные образцы тканей – костная ткань черепа человека, коагулированная и цельная человеческая кровь, свиной мозг, и моделирующие их материалы.

В качестве материала, моделирующего костную ткань, использовался фторопласт, обладающий наиболее близким по рассеивающим и поглощающим свойствам костной ткани материал. В качестве материала, моделирующего ткани головного мозга, использовался майонез 70% жирности, материал, моделирующий гематомы – коагулированная и цельная человеческая кровь, помещенная в плоскую кювету.

В качестве источника волн оптического диапазона использовались галогеновая лампа (с широким спектром излучения), источник с красным диапазоном (650 нм), источник с ближним инфракрасным (БИК) диапазоном (805 нм).

При сравнении обратно рассеянных фотометрическим шаром сигналов, после прохождения излучения разных спектральных диапазонов через кровь, установлено, что разница в поглощении излучения

коагулированной и цельной кровью в красном диапазоне гораздо существенней. Данная длина волны наиболее информативна для диагностики гематом.

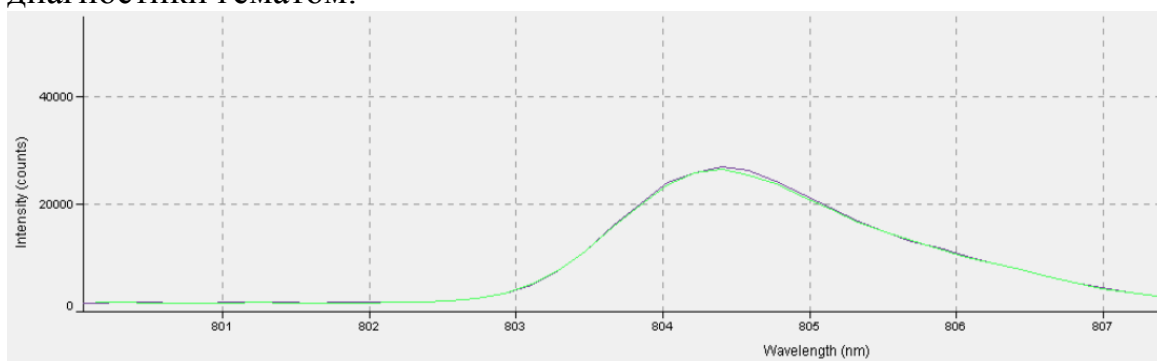


Рис. 1. Интенсивность обратно рассеянных сигналов в БИК диапазоне: зеленый - цельная кровь, черный - свернувшаяся кровь.

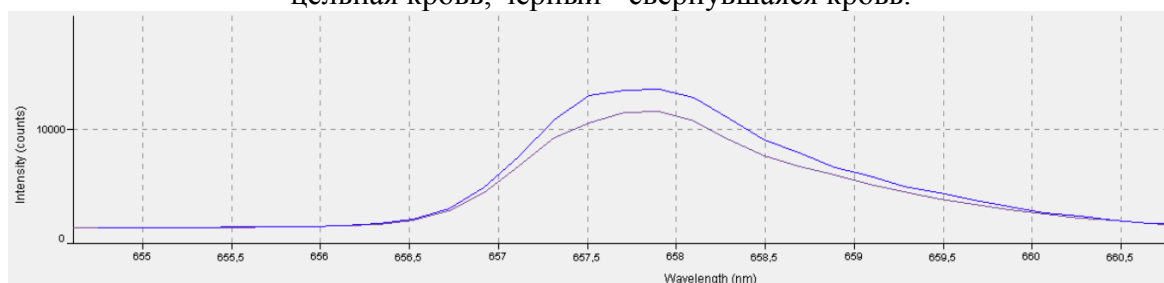


Рис. 2. Интенсивность обратно рассеянных сигналов в красном диапазоне: синий - цельная кровь, фиолетовый - свернувшаяся кровь.

Показатели поглощенного, рассеянного и прошедшего излучения для майонеза и свиного мозга схожи. При сравнении обратно рассеянных фотометрическим шаром сигналов, после прохождения излучения разных спектральных диапазонов через майонез и свиной мозг, установлено, что при просвечивании источником БИК диапазона интенсивности обратно рассеянных сигналов от биоткани и моделирующего ее материала практически совпадают. Следовательно, есть возможность проведения экспериментальных исследований с источником БИК диапазона, используя майонез в качестве материала, моделирующего ткани головного мозга.

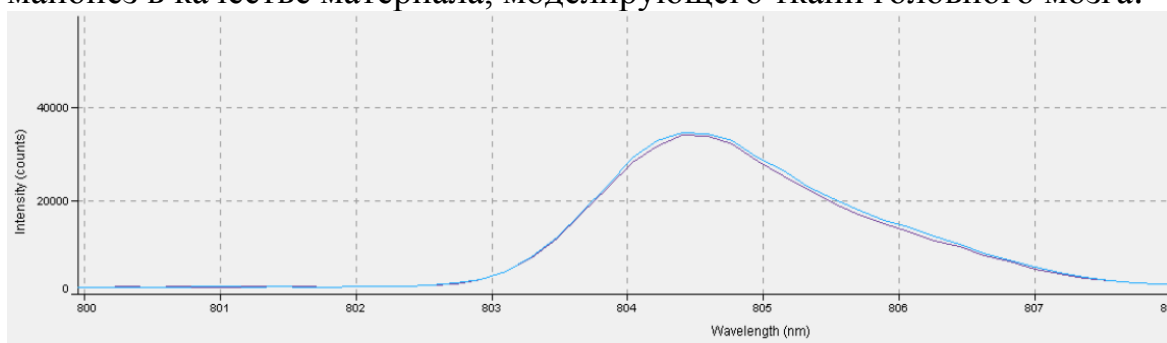


Рис. 3. Интенсивность обратно рассеянных сигналов в БИК диапазоне: голубой - майонез, фиолетовый - мозг.

В ходе ряда экспериментов с фторопластом и костной тканью черепа, также установлено, что показатели поглощенного, рассеянного и прошедшего излучения для биоткани и моделирующей ее ткани схожи. При сравнении обратно рассеянных фотометрическим шаром сигналов, после прохождения излучения разных спектральных диапазонов через костную ткань различной плотности и фторопласт, установлено, что при просвечивании источником БИК диапазона интенсивности обратно рассеянных сигналов от биоткани и фторопласта совпадают, с 30 % разбросом в зависимости от плотности костной ткани. Следовательно, есть возможность проведения экспериментальных исследований с источником БИК диапазона.

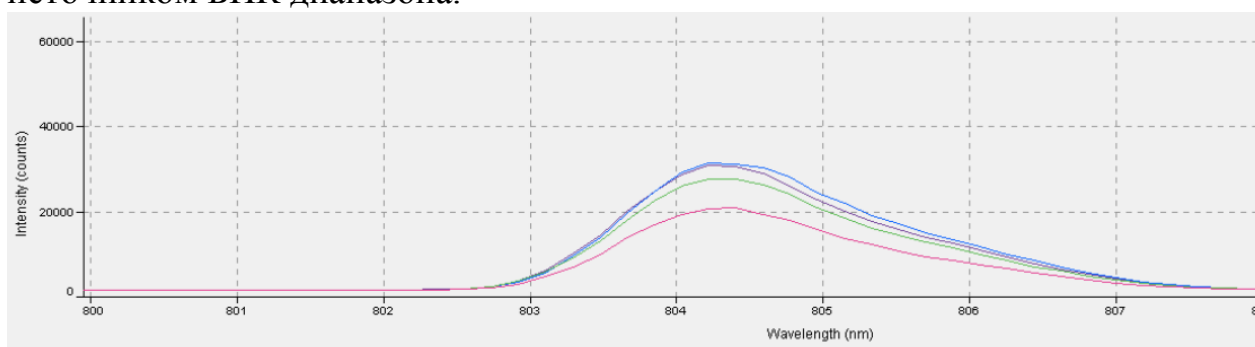


Рис. 4. Интенсивность обратно рассеянного сигналов в красном диапазоне: синий - фторопласт, фиолетовый, зеленый, красный – костная ткань различной плотности.

Таким образом, установлено, что исследуемые моделирующие материалы обладают схожими оптическими свойствами с интересующими нас биологическими тканями на всех длинах волн.

В качестве источников излучения в оптической измерительной системе устройства, наиболее рационально будет выбрать источники с диапазонами, соответствующими ближнему инфракрасному излучению, для которого биологические ткани являются оптически относительно прозрачными, с минимальными потерями на рассеяние и поглощение, а также соответствующими красному диапазону излучения, который является наиболее информативным для исследования коагулированной и цельной крови.

Список информационных источников

1.А.Е. Пушкарева. Методы математического моделирования в оптике биоткани//Учебное пособие. ИТМО, 2008

2.А.Н. Башкатов, Д.М. Жестков. Иммерсионное просветление крови человека в видимом и ближнем ИК спектральных диапазонах // Геометрическая и прикладная оптика. 2005. №4. С. 695-703

3.Мордасова С.А. Изучение оптических свойств многослойных рассеивающих биоматериалов. ТГТУ, 2007

РАДИАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОДНОПРОХОДОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В АКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ CuBr-ЛАЗЕРОВ

Ли Линь, Губарев Ф.А., Кленовский М.С.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Губарев Ф.А., к. ф.-м. н., доцент кафедры промышленной и медицинской электроники

Лазерный монитор на основе активных сред на парах меди и бромида меди является одним из эффективных инструментов для диагностики процессов в условиях интенсивной экранирующей засветки [1–4]. Объектами наблюдения с помощью лазерных мониторов могут быть плазмоиндуцированные процессы, модификация поверхностей изделий с целью улучшения эксплуатационных характеристик, получение новых материалов, в том числе, наноструктур, процессы, протекающие при термоядерном синтезе и другие.

В работе [5] сообщается о серии лазеров на парах бромида меди для различных применений. Один из таких лазеров использовался в работе [4] для визуализации объектов в условиях интенсивной фоновой засветки. В работе [3] представлен макет лазерного монитора на основе активной среды CuBr-лазера и приведены результаты визуализации некоторых объектов с использованием данного макета. Наличие радиальной неравномерности инверсионной населенности в активном элементе лазерного монитора соответственно сначала приводит к неравномерному освещению объекта визуализации, а впоследствии, и к неравномерному усилению отраженного от объекта света.

Радиальная неоднородность инверсионной населенности в активной среде может быть оценена по соответствующей неоднородности профиля усиления. Целью настоящей работы являлось определение влияния концентрации паров рабочего вещества на радиальное распределение излучения в активных элементах усилителей яркости на парах бромида меди.

В данной работе исследовались активные элементы, которые ранее использовались в качестве усилителей яркости в лазерных мониторах в работах [3, 4]. Оба активных элемента имеют отдельные основной

нагреватель для активной области газоразрядной трубки и вспомогательный нагреватель для контейнеров с рабочим веществом, что позволяет воздействовать на усилительные характеристики активного элемента путем изменения концентрации паров рабочего вещества. Особенностью конструкции активного элемента диаметром 2,5 см и длиной 50 см [3] является наличие единого нагревателя для всех контейнеров с порошком CuBr. Второй активный элемент диаметром 5 см и длиной 90 см [4] имеет отдельные нагреватели для каждого контейнера с порошком CuBr. Характеристики его работы детально исследовались в [6, 7].

Исследование профилей однопроходового усиления активного элемента проводились по схеме экспериментальной установки, приведенной на рис. 1. Накачка активной среды приводит к инверсному заселению рабочих лазерных уровней в активном элементе, что впоследствии приводит к формированию сверхизлучения. Отраженное от зеркала 2 излучение сверхсвечивости вновь вводится в активную среду, где усиливается по яркости. Применение плоского зеркала 2 моделирует объект с равномерным по всей области визуализации коэффициентом отражения, что позволяет исключить влияние отражательных свойств объекта при анализе оптических характеристик активного элемента лазерного монитора.

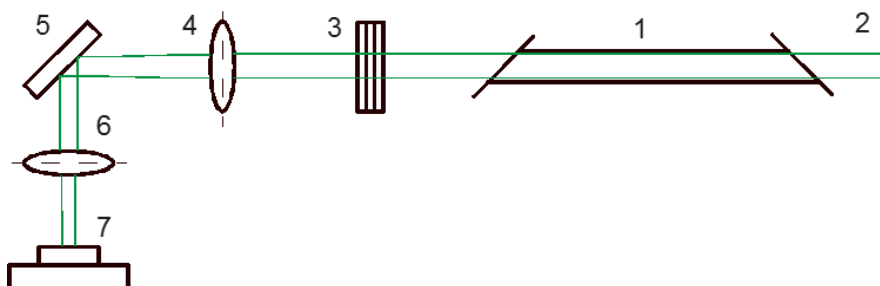


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 – усилитель яркости, 2 – плоское зеркало, 3 – светофильтры, 4 и 6 – объективы, 5 – светоделительная пластинка с 20% отражением, 7 – CCD-камера

На рисунке 2 приведены профили излучения, усиленного за один проход, соответствующие различной средней мощности излучения (различной температуре контейнеров с рабочим веществом) для ГРТ диаметром 2,5 см. При этом мощность накачки оставалась постоянной (600 Вт). Из рисунков следует, что с увеличением средней мощности генерации, вызванным увеличением концентрации паров, происходит существенное сужение профиля излучения. Если при мощности однопроходовой генерации 0,2 Вт диаметр пучка составляет ~2 см и излучение занимает практически весь канал ГРТ, то при мощности 2,4 Вт диаметр пучка уменьшается вдвое и составляет ~1 см.

Существенное сужение профиля пучка имеет место и в трубках большого диаметра. Более того, в ГРТ диаметром 5 см наблюдается режим, когда генерация в центре практически пропадает (рис. 3). Исследования проводились при одинаковой мощности накачки 1350 Вт.

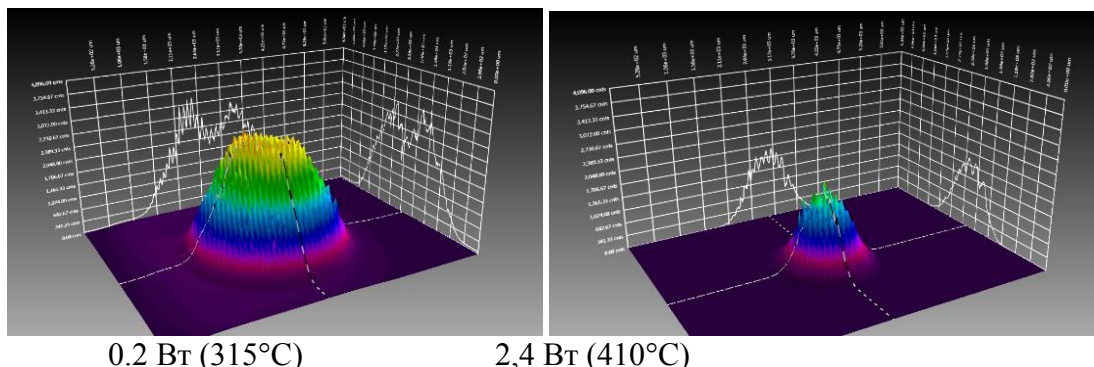


Рис. 2. Профили пучка света, усиленного за один проход при различной средней мощности излучения для газоразрядной трубки диаметром 2.5 см.

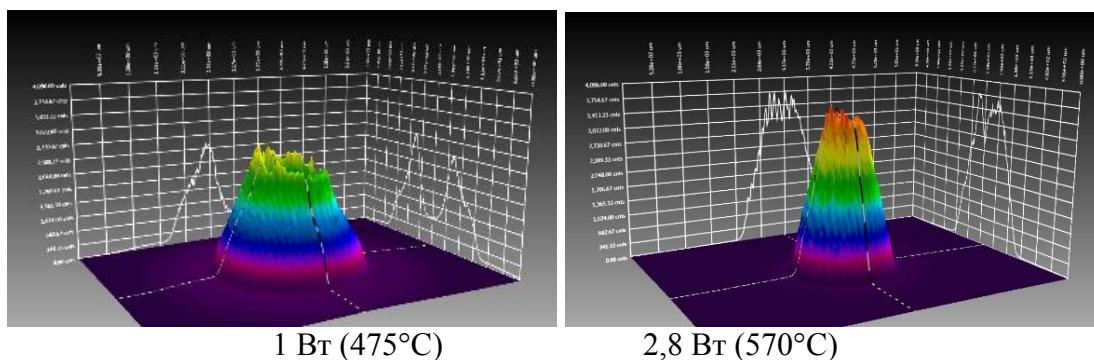
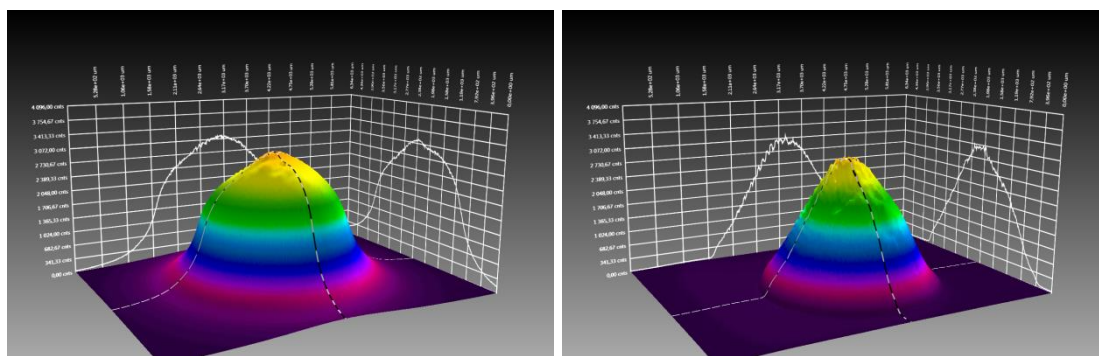


Рис. 3. Профили пучка света, усиленного за один проход при различной средней мощности излучения для газоразрядной трубки диаметром 5 см.

На рис. 4 приведены профили усиленного спонтанного излучения для разных температурных режимов. Согласно представленным данным, более равномерное освещение объекта наблюдения будет при меньшей концентрации паров рабочего вещества. Более равномерное освещение объекта в совокупности с более равномерным усилением в результате дает улучшение качества изображения.



0,17 W(475°C) 1,2 W (570°C)

Рис. 4. Профили пучка сверхизлучения при различной средней мощности излучения для газоразрядной трубки диаметром 5 см.

Исследование показало, что с увеличением температуры контейнеров с рабочим веществом (увеличением концентрации рабочего вещества) и увеличением мощность генерации происходит значительное сужение профиля излучения в усилителях яркости на парах бромида меди.

В то же время равномерность (плоская вершина) профиля излучения и усиления будет определять качество изображения, формируемого лазерным монитором на основе усилителя яркости. Показано, что наиболее плоская вершина профиля однопроходowego излучения достигается при температуре контейнеров с бромидом меди меньше температуры, при которой достигается максимальная средняя мощность.

Список информационных источников

1 Оптические системы с усилителями яркости / Под ред. Г.Г. Петраша. – М.: Наука, 1991. (Труды ФИАН, Т. 206.) 152 с.

2 Евтушенко Г.С. Шиянов Д.В., Губарев Ф.А. Лазеры на парах металлов с высокими частотами следования импульсов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 276 с.

3 Евтушенко Г.С., Тригуб М.В, Губарев Ф.А., Торгаев С.Н., Шиянов Д.В. Макет лазерного монитора на основе активной среды CuBr-лазера для контроля и диагностики // Контроль. Диагностика. 2013 № 13. С. 42–45.

4 Evtushenko G.S., Trigub M.V., Gubarev F.A., Evtushenko T.G., Torgaev S.N., Shiyonov D.V. Laser monitor for non-destructive testing of materials and processes shielded by intensive background lighting // Review of Scientific Instruments. 2014. Vol. 85. P. 033111-1–033111-5.

5 Андриенко О.С., Губарев Ф.А., Димаки В.А., Иванов А.И., Левицкий М.Е., Суханов В.Б., Троицкий В.О., Федоров В.Ф., Филонов А.Г., Шиянов Д.В. Лазеры на парах бромида меди нового поколения // Оптика атмосферы и океана. – 2009. – Т. 22. – №10. – С. 999–1009.

6 Gubarev F.A., Trigub M.V., Fedorov K.V. Influence of discharge circuit

reactance on CuBr laser output // 15th International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices: IEEE proceedings. Novosibirsk: IEEE Russia Siberia Section, 2014. P. 309–313.

7 Gubarev F.A., Evtushenko G.S., Vuchkov N.K., Sukhanov V.B., Shiyanov D.V. Modeling technique of capacitive discharge pumping of metal vapor lasers for electrode capacitance optimization // Rev. Sci. Instrum. 2012. V. 83. P. 055111–055115.

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБРАЗЦА АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РАННЕГО ОБНАРУЖЕНИЯ ПРИЗНАКОВ ВНЕЗАПНОЙ СЕРДЕЧНОЙ СМЕРТИ

Линхобоев Б.С.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Авдеева, д.т.н., профессор кафедры
информационно-измерительной техники*

Распространенность ВСС в США составляет от 300 000 до 400 000 случаев в год, а частота ВСС составляет от 0,36 до 1,28 на 1000 населения в год. По данным некоторых авторов, в России этот показатель составляет от 0,8 до 1,6 на 1000 человек в год, но если учесть погрешности статистики и формулировки посмертного диагноза, можно предположить, что он значительно выше [1].

В такой ситуации развитие технологий и методов диагностики и лечения ССЗ является не только вопросом развития отрасли, но и фактором национальной безопасности в целом.

Как и большинство болезней, заболевания сердечно - сосудистой системы достаточно легко излечимы на ранних стадиях. Однако выявить ССЗ «в зачатке» не только чрезвычайно сложно, но и фактически невозможно при отсутствии специальных средств диагностики.

В настоящее время актуальным остается разработка аппаратно-программного комплекса для регистрации высокоточной ЭКГ с низким уровнем шума, что позволит регистрировать максимально полезный сигнал без фильтрационного искажения. Наличие такого электрокардиографа позволит регистрировать с высоким разрешением микропотенциалы сердца, как у пациентов, имеющих определенную патологию миокарда, так и проводить скрининг на предмет выявления признаков, имеющих высокий уровень прогноза развития внезапных нарушений сердечного ритма и развития ВСС. Имеющиеся на сегодняшний день результаты исследований не дают однозначного ответа о диагностической или прогностической ценности микропотенциалов на

ЭКС, как маркёров ВСС. Для решения этих вопросов необходимо проведение дальнейших изысканий в этом направлении. Перспективным является применение для этой цели электрокардиографов высокого разрешения. Проведенный анализ показал, что в настоящее время отсутствуют аппаратно-программные комплексы для массового применения (в поликлиниках, амбулаториях, скорой помощи, в домашних условиях, в постоянно носимых аппаратах) с целью неинвазивного исследования электрической активности сердца в реальном масштабе времени и способных регистрировать микропотенциалы, которые приводят к развитию жизнеугрожающих нарушений сердечного ритма.

Математическая модель

Рассмотрение физиологических механизмов формирования ЭКС позволяет выделить микропотенциалы разных видов: специализированной проводниковой системы, предсердий, желудочков сердца и диастолы. Потенциалы каждого вида обычно возникают в «своих» фазах сигнала и можно выделить микропотенциалы предсердий и желудочков, возникающие в «ранние» и «поздние» фазы электрического возбуждения предсердий и желудочков сердца. Интервалы наиболее вероятного появления микропотенциалов каждого вида указаны на рис. 1, а типичный характер их проявления иллюстрируется там же фрагментами сигнала с увеличенным масштабом отображения [2].

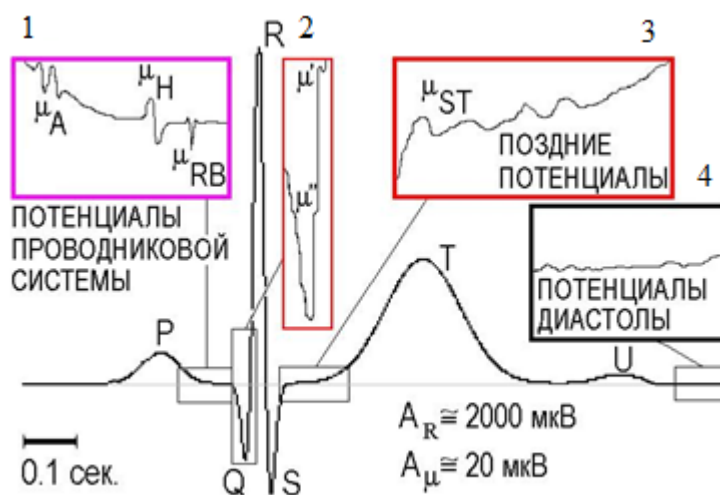


Рис. 1. Интервалы наиболее вероятного появления микропотенциалов в ЭКГ

- 1 – потенциалы проводниковой системы сердца: А – атриовентрикулярного узла; Н – пучка Гиса; RB – правой ножки пучка Гиса;
- 2 – ранние потенциалы желудочков: μ' – «завубурина», μ'' – «ступенька»;
- 3 – поздние потенциалы желудочков (также различают μ' и μ'');
- 4 – следовые потенциалы диастолы

Наибольшую известность в аритмологии ВСС получили микропотенциалы ЭКС так называемых «поздних потенциалов желудочков» (ППЖ) сердца, которые проявляются как низкоамплитудные высокочастотные колебания, возникающие непосредственно после окончания QRS-комплекса: в интервале сегмента ST и в начале зубца Т (окно 3 на рис. 1). Появление таких ЭКГ признаков может явиться маркёром предрасположенности к развитию опасных для жизни осложнений, в частности, у больных с ишемией миокарда или перенесших инфаркт миокарда. Наибольшую сложность в выявлении этих электрофизиологических маркеров ВСС представляет практическое выявление и клиническая интерпретация микропотенциалов ЭКС у конкретного больного.

По аналогии с поздними потенциалами желудочков было обнаружено замедление проведения активации по предсердиям у больных с фибрилляцией предсердий. У больных с пароксизмальной формой мерцательной аритмии выявляются низкоамплитудные сигналы в конце волны Р, так называемые поздние потенциалы предсердий (ППП). Считается, что наличие ППП и ППЖ является маркером повышенной вероятности развития опасных для жизни нарушений ритма сердца.

Аппаратно-программный комплекс

Структурная схема разработанного АПК представлена на рис. 2. Устройство содержит: инструментальные усилители (ИУ), и операционные усилители (ОУ), аналого-цифровые преобразователи (АЦП), микроконтроллер, цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП), USB, персональный компьютер.

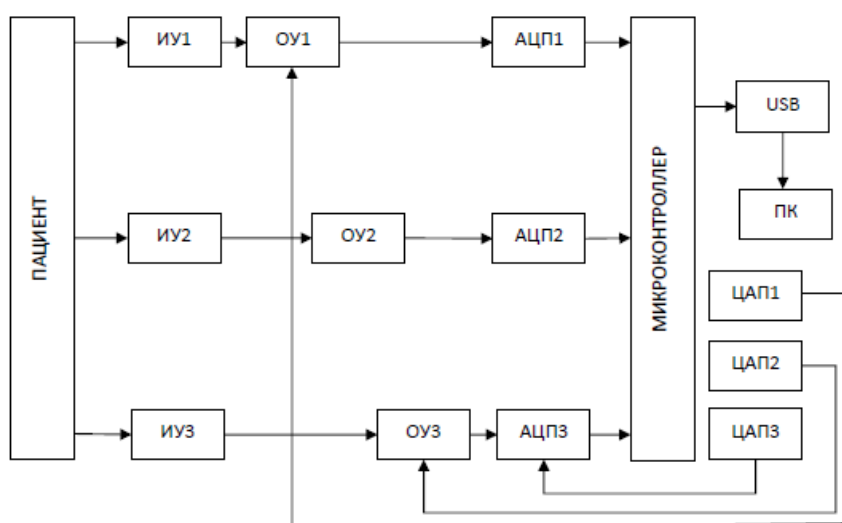


Рис. 2. Структурная схема аппаратно-программного комплекса

Уровень шумов современной элементной базы аналоговых усилителей, дельта-сигма АЦП равен (1 – 1,5) мкВ в полосе частот от 0 до 150 Гц.

Уровень шумов медицинских наносенсоров [5] составляет десятки нановольт в полосе от 0 до 150 Гц. По этой причине шум измерительного канала определяется, в основном, шумом электронных компонентов и микросхем.

Так же в рамках проекта разработаны наносенсоры на основе наночастиц серебра, имплантируемых в микропоры алюмосиликатной глиноземистой керамики, рис.3, которые обеспечили высокие метрологические параметры наносенсоров.

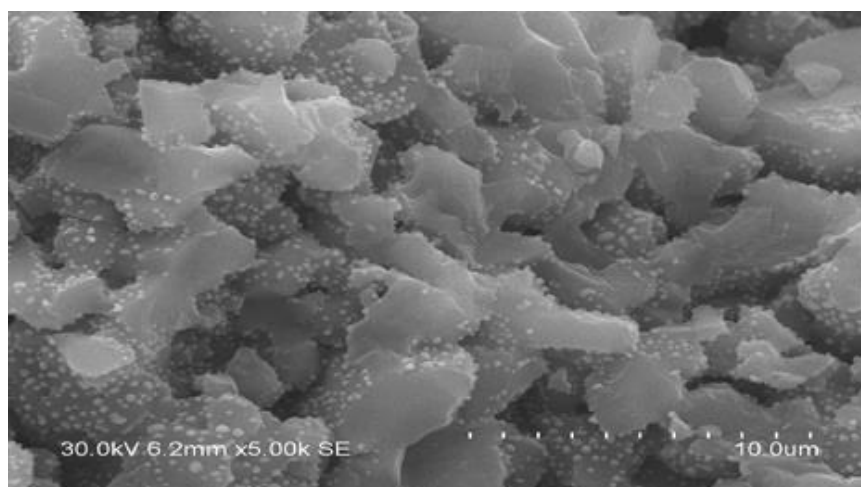


Рис. 3. Изображение пористой структуры керамической диафрагмы с наночастицами серебра

Благодаря данным наносенсорам появилась возможность регистрировать электрокардиосигнал нановольтового и микровольтового уровня без фильтрации и осреднения в реальном масштабе времени [3], рис. 5.

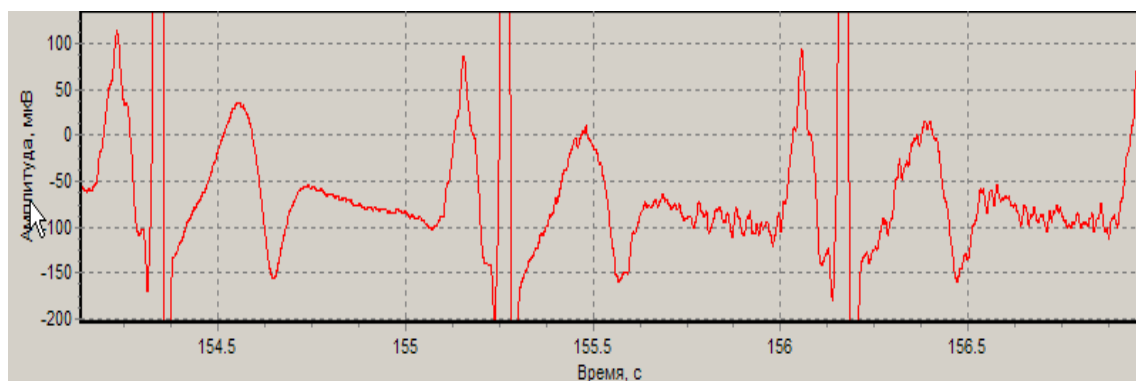


Рис. 5. Пример записи ЭКГ

Список информационных источников

1. Бойцов С.А., Якушин С.С., Никулина Н.Н. Актуальные вопросы терминологии, классификации и статистического учета острых форм ишемической болезни сердца. // Тер архив 2010;82(9):5-13.
2. Жаринов И.О., Жаринов И.О. Электрокардиография высокого разрешения: новый подход к обработке сигнала.// Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. 2006, вып.33.
3. Д.К. Авдеева, В.Л. Ким, В.Ю. Казаков, М.Л. Иванов, М.Г. Григорьев, Н.В. Турушев, П.Г. Пеньков. Разработка экспериментального образца аппаратно-программного комплекса для не инвазивной регистрации микропотенциалов сердца в широкой полосе частот без фильтрации и усреднения в реальном времени с целью раннего выявления признаков внезапной сердечной смерти. // Научно-техническая конференция и выставка инновационных проектов СФО. – 2014. – С. 181-185.
4. Шепета А.П., Жаринов О.О. Методика обнаружения микропотенциалов ЭКГ. // Информационно-управляющие системы. 2002. Вып.1. С. 48 - 51.
5. Южаков М.М. Разработка и исследование методов и технических средств нановольтового и микровольтового уровня для электрофизиологических исследований. кандидатская дисс. // Томский политехнический университет, Институт неразрушающего контроля, 2012. URL http://doc2all.ru/article/15112012_99140_juzhakov/2

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ И ГРАНИЦ РАЗДЕЛА МНОГОФАЗНЫХ ЖИДКИХ СРЕД ДЛЯ СЕПАРАТОРА НЕФТИ

Ма Синсин

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Федоров Е.М., к. т.н., доцент кафедры
информационно-измерительной техники*

В настоящее время, сепараторы нефти просты в связи с трудностями в поиске подходящих методов контроля уровня и границ раздел многофазных жидких сред. Точный контроль многофазных уровня в сепараторе нефти рассматривается как вызов для переработки углеводородов. Ряд различные методы были разработаны, например, буйковые уровнемеры, ультразвуковые уровнемеры, емкостные уровнемеры одного электрода и емкостные уровнемеры с несколькими

электродами. Методы, используемые в нефтяной промышленности для измерения границы многофазных сред ограничены, потому что запроса на высокой надежностью, разнообразием жидкостей, агрессивных средах и собственных проблем безопасности. Это особенно важно для морских нефтяных компаний, чтобы справиться с этой проблемой, потому что нефти из подводный содержит огромное количество воды. Таким образом, необходимо исследовать подходящие методы для точного и надежного контроля уровня и границ многофазных жидких сред.

В настоящее время для контроля в технологический процесс все шире внедряют новые модели акустических (ультразвуковых) преобразователей уровня. Различные границы может быть получен обработка сигналов. Этот метод был использован для непрерывного и дискретного контроля уровня .

Измерение основано на импульсном эхо и уровни оцениваются путем объединения измеренное время пролета эхо-сигналов от жидкости границ со скоростью звука в распространении средств. Преимущества этой системы в том, что он не является навязчивым и легко установить на существующих и новых сепараторы и калибровка не требуется. Недостатком этой системы является то, что он имеет трудности в контроле эмульсии и пены . Кроме того, наличие пузырьков воздуха в жидкости затухает / рассеивает ультразвуковые волны. Это становится большой проблемой когда значительное количество воздуха присутствует в жидкости. Наличие песка также вызывает проблемы в работа детектора ультразвуковой многофазных уровня.[1]

Радиоизотопные уровнемеры используются для точного бесконтактного контроля уровня в сложных условиях технологического процесса. Радиоизотопные уровнемеры применяют для контроля уровня химически активных, вязких, липких сред, для контроля границы двух несмешивающихся жидкостей. Гамма-излучение обеспечивает простую и надежную систему неразрушающего контроля уровня жидкостей, границы раздел сред или суспензий независимо от размеров и формы резервуара. Радиационные датчики не требуют проникновения ни в объем продукта, ни в резервуар вообще.

Принцип работы преобразователя радиоизотопного основан на зависимости ослабления потока гамма-излучения от параметров контролируемой среды. Поток гамма-квантов источника излучения проникает через объект контроля с контролируемой средой и регистрируется сцинтилляционным счетчиком, который преобразует энергию гамма-квантов в электрические импульсы. Электрические импульсы, несущие информацию о параметрах контролируемой среды, поступают в блок обработки информации, где анализируются микропроцессорной схемой и преобразуются в выходные сигналы.

Измерение границ раздел сред гамма-излучения при прохождении через потоки материалов различной плотности (или отражения от них). Поскольку измерение проводится вне удерживающей жидкости резервуара, гамма-измеритель не подвержен влиянию высоких температур и давлений, коррозии, абразивов, испарений, пыли, что могло бы воздействовать на датчик, вводимый в измеряемую среду, или даже разрушить его. Несмотря на высокую эффективность, к этому методу измерения уровня обращаются в последнюю очередь из-за дороговизны и специализированных требований. Кроме того, недостатком датчика многофазных уровня нуклонной типа присутствует опасных нуклонным излучения.

Если используется обычный датчик уровня емкости с одним электродом, возникают две основные проблемы: (1) Температурная компенсация необходимо требуется, так как емкость измерения сильно зависит от температуры, и (2) оно не способно измерять более однофазных. Исследование было проведено, чтобы можно исследовать системы измерения многофазных уровня. Чтобы преодолеть две проблемы с измерительной техникой в одной электрода, уровнемеры емкости мульти-электродные были совершит в UMIST (университета Манчестера).[2] В этом методе, емкостный уровнемер 64 сегментированных электродов обеспечивает границы должны быть расположены на основании различий в диэлектрической проницаемости материалов. Нормализованная алгоритм разница включены, чтобы получить границы газ / нефть и нефть / вода, используя данные, полученные от значений емкости.

В этом методе очевидные границы могут быть легко идентифицированы. Пена отличается из других материалов по спектру сигнала, полученного с помощью анализа БПФ. Одна из проблем, связанная с этим методом, что если электрод обнаружения объединены в высоко проводящей жидкости, такие как соленой воды, короткое замыкание на электроде будет происходить из-за высокой проводимости.

Еще достижение было сделано по проектированию емкости датчик, основанный на принципе заряда / разряда. При таком подходе присутствие пены получают с помощью обработки пульсационной составляющей сигнала емкости, что отражает нестабильны особенность пены, в то время как уровни в нескольких уровня реконструирован путем обработки стационарного компонента измеренных емкостей.

Другие методы для контроля уровня и границ многофазных жидких сред на основе индуктивных и тепловых измерений. Тепловая измерения включает измерение различных термо-динамических свойств жидкости, окружающей тепловой датчик. Этот тип датчика навязчиво присутствует в сепараторе. Внутренняя часть этой системы, которая состоит из стержня,

должны храниться при постоянной температуре, непрерывно циркулирует жидкость с контролем температуры. К недостаткам этого метода являются навязчивость и вовлечение непрерывно циркулирующей жидкости. Датчик на эффекте Холла относится к индуктивному контролю. Датчики на эффекте Холла были также определены и исследованы в университете Манчестера для этого приложения.[3] Чрезвычайно чувствительны измерительная схема для датчиков была развита. Эта схема может быть использована для разработки датчик многофазных, состоящий из емкости и эффекта Холла чувствительные элементы. Предварительные результаты, полученные в лаборатории чрезвычайно перспективным. Таблица 1. обобщает различные методы контроля уровня и границ многофазных жидких сред.

Таблица 1. Сравнение методов контроля уровня и границ многофазных жидких сред.

о.	методы контроля уровня	преимущества	Недостатки
.	Ультразвуковой метод	• Это может быть использовано для непрерывного и дискретного контроля уровня. • Это ненавязчивый и легко установить на существующих и новых сепараторов. • Калибровка не требуется	• Он имеет трудности в контроле эмульсии и пены. • Наличие пузырьков воздуха в жидкости ослабляет ультразвуковые волны.
.	Радиоизотопный метод	Полезная измерения вертикального распределения	Наличие опасных нуклонным излучения.
.	Метод емкостных многоэлектродной	Различные фаз уровни могут быть обнаружены	Проводящие жидкости вызвать проблемы.
.	Индуктивный метод	Проблема в связи с проводящей жидкости можно избежать	Построение различных изоляционных слоев в сепараторе.
.	Тепловой метод	эффективно использованы для определения уровня	Непрерывный циркулирующей жидкости требуется.

Список информационных источников

1. Винокуров Б.Б. Современная уровнеметрия жидких сред: учебное пособие; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 190 с.

2.Yang, W.Q.; Brant, M.R.; Beck, M.S. A multi-interface level measurement system using a segmented capacitance sensor for oil separators, Meas. Sci. Technol., 1994, 5(9), 1177.

3.Syed, T. 2D/3D magnetic arrays for imaging, MSc dissertation, Department of Electrical Engineering and Electronics, UMIST, Manchester, UK, 2004.

ИЗМЕРЕНИЕ ПОГОННОЙ ЕМКОСТИ КАБЕЛЯ В СООТВЕТСТВИИ С ГОСТ 27893-88 В УСЛОВИЯХ ЗНАЧИТЕЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ВОДЫ

Мазиков С.В., Вавилова Г.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Вавилова Г.В., ст. преподаватель кафедры
Информационно-измерительной техники*

Качество кабельных изделий определяется соответствием определенных параметров кабеля требованиям стандартов. Одним из таких параметров является волновое сопротивление кабелей связи, радиочастотных кабелей и LAN-кабелей, и связанная с ним погонная емкость кабеля [1].

На сегодняшний день известен способ выходного контроля погонной емкости одножильного кабеля, который регламентируется ГОСТ 27893-88. Если кабель не имеет металлической оболочки, то для измерения емкости образец кабеля известной длины помещается в заземленный бак с водой. Измерение емкости производят между токопроводящей жилой и водой, в которую погружен кабель [2]. В данном случае система «вода – кабель» представляет собой цилиндрический конденсатор, одной обкладкой которого является токопроводящая жила, а другой – вода, в которую погружается образец. Следовательно, вода является составной частью измерительной схемы и может оказывать влияние на результат измерения.

Известно, что удельная электропроводность воды может изменяться при изменении концентрации и химического состава примесей, а также при изменении температуры воды. В ГОСТ 27893-88 не указаны требования, предъявляемые воде, ее химическому составу и температуре. Поэтому, при использовании воды из разных источников нет возможности получить одинаковые результаты измерения емкости кабеля, то, конечно же, отражается на точности результатов контроля погонной емкости кабеля.

Цель данной работы провести анализ влияния изменения удельной электропроводности воды при проведении измерения погонной емкости в соответствии с ГОСТ 27893-88 на результат измерения емкости.

Ранее были проведены исследования о влиянии электропроводности воды на результат измерения погонной емкости кабеля при использовании электроемкостного преобразователя [3], где показано что, изменение электропроводности воды за счет изменения солёности воды в диапазоне от 0 до 4 г/л приводит к появлению погрешности порядка 35% для больших значений погонной емкости близких 400 пФ/м, и порядка 70% для малых значений погонной емкости, порядка 100 пФ/м. Соответственно, при измерение емкости кабеля обязательно нужно учитывать электропроводность используемой воды.

В качестве образцов для проведения эксперимента используются отрезки одножильных кабелей длиной в 1 метр с оболочками из различных материалов. Образцы кабелей погружаются в заземленный металлический бак с водой. Один конец кабеля подключается к измерителю емкости, в качестве которого используется измеритель иммитанса АК-3000, фирмы Актаком, второй конец кабеля остается свободным. Значение погонной емкости образцов кабелей меняется в интервале от 160 пФ/м до 460 пФ/м, активная составляющая комплексного сопротивления образцов приблизительно одинаковая. Действительное значение погонной емкости образцов определяется в соответствии с ГОСТ 27893-88 при использовании пресной водопроводной воды комнатной температуры.

В первой части эксперимента изменение удельной электропроводности воды обеспечивается за счет изменения концентрации примесей. Для этого в изначально пресной водопроводной воде комнатной температуры (20 °С) растворяется поваренная соль NaCl. Концентрация соли λ изменяется в диапазоне от 0 до 4 г/л. Температура воды поддерживается постоянной в пределах нормальных условий.

Результаты измерения погонной емкости при различной концентрации соли представлены на рис. 2.

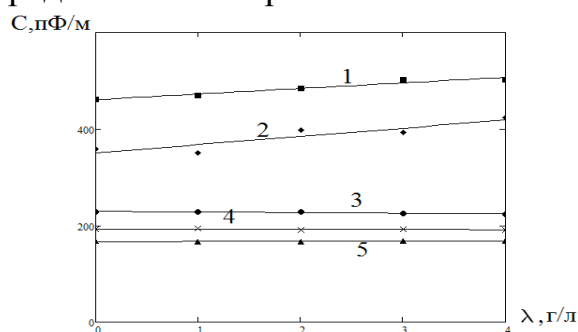


Рис. 1. Зависимость результата измерения погонной емкости кабеля C от солёности воды λ : 1-емкость кабеля C11, 2-емкость кабеля C14, 3-емкость кабеля C7, 4- емкость кабеля C10, 5-емкость кабеля C16

Анализ зависимостей (рис. 1) показывает, что изменение удельной электропроводности воды за счет изменения солености оказывает значительное влияние на результат измерения емкости. С увеличением концентрации соли в воде погонная емкость кабеля прямопропорционально увеличивается. Отклонение измеренной емкости от действительного значения для разных образцов кабелей колеблется в диапазоне от 1% до 2,5% при концентрации соли 1 г/л; в диапазоне от 4% до 10% при концентрации соли 2 г/л; в диапазоне от 5% до 10% при концентрации соли 3 г/л; в диапазоне от 15% до 18% при концентрации соли 4 г/л. Следовательно, применение, описанного в ГОСТ 27893-88, метода измерения емкости возможно только при использовании пресной воды, комнатной температуры, в остальных случаях необходимо учитывать электропроводность воды и вводить поправку в результат измерения емкости.

Во второй части эксперимента изменения удельной электропроводности обеспечивается за счет изменения температуры воды. Концентрация примесей в водопроводной воде не изменяется.

В качестве начальных условий используется водопроводная пресная вода, температура которой составляет 13 градусов по Цельсию. Эксперимент проводится по такой же схеме и с применением тех же образцов кабелей, как и при изменении электропроводности воды за счет изменения концентрации соли. Изменение температуры воды обеспечивается добавлением в бак горячей воды. Измерения проводятся при температуре воды 20, 30, 40 °С. Результаты данного эксперимента приведены на рисунке 3.

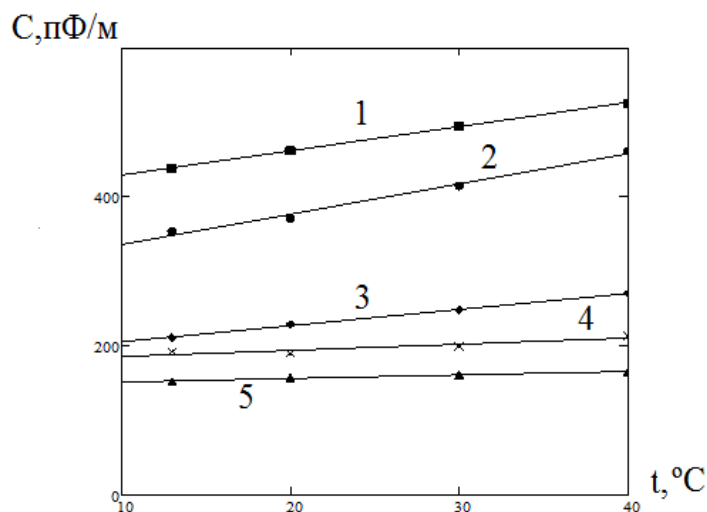


Рис. 2. Зависимость влияния температуры воды на результат измерения погонной емкости: 1- емкость кабеля С11, 2-емкость кабеля С14, 3-емкость кабеля С7, 4- емкость кабеля С10, 5-емкость кабеля С16

При анализе зависимостей (рис. 2) можно сделать вывод, что при увеличении температуры наблюдается значительное изменение погонной емкости кабеля. Отклонения измеренной емкости от действительного значения для разных образцов кабелей колеблются в диапазоне от 3% до 7% при температуре воды 13 °С; в диапазоне от 5% до 10% при температуре воды 30 °С; порядка 15% при температуре воды 40 °С. Следовательно, применение, описанного в ГОСТ 27893-88, метода измерения емкости возможно только при обеспечении нормальных условий (20 °С). При других условиях эксперимента нет возможности получить достоверный результат

Таким образом, показано, что на изменение удельной электропроводности воды влияет изменение температуры воды, концентрации и химического состава примесей, так как в ГОСТ 27893 – 88 не указаны условия проведения эксперимента. Описанный в ГОСТ метод может быть реализован, только при использовании пресной водопроводной воды температурой 20 °С. При отклонении условий проведения эксперимента от указанных необходимо введение поправок, учитывающих текущее значение удельной электропроводности используемой воды.

Список информационных источников

1.ГОСТ 11326.0-78. Радиочастотные кабели. Общие технические условия. [Текст] – Введ. 1981-01.01. – М.: Изд-во стандартов, 2003.– 35 с.

2.ГОСТ 27893–88 (СТ СЭВ 1101–87). Кабели связи. Методы испытаний. [Текст] – 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 01.04.2015)

3.Гольдштейн А.Е., Вавилова Г.В. Отстройка от влияния изменения электропроводности воды на результаты технологического контроля погонной емкости электрического кабеля.– Ползуновский вестник, 2013, № 2, с. 146–150.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСИЛИТЕЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛАЗЕРА НА ПАРАХ БРОМИДА МЕДИ

Малышкина Е.Г., Тригуб М.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Евтушенко Г.С., д.т.н., профессор кафедры
промышленной и медицинской электроники*

Уникальная совокупность параметров излучения лазеров на парах бромида меди способствует их эффективному использованию при решении широкого круга задач [1].

Одним из направлений применения излучения лазеров на парах бромида меди в медицине является селективная фотодеструкция сосудистых патологий и пигментных новообразований кожи. Как и лазеры на парах меди (ЛПМ), CuBr-лазеры генерируют излучение в зеленом $\lambda = 510,6$ нм и желтом участках спектра $\lambda = 578,2$ нм, в максимумах поглощения меланина и гемоглобина [2,3]. По сравнению с ЛПМ, рабочая температура CuBr-лазеров почти на 1000 градусов ниже, что позволяет значительно снизить расходы на производство и эксплуатацию активных элементов этих лазеров. Разработанная в Институте оптики атмосферы СО РАН конструкция CuBr-лазера с активным теплоизолятором обеспечивает минимальное время выхода лазера на рабочий режим и позволяет значительно повысить надежность источника питания [1,4].

Также лазер на парах бромида меди может успешно применяться в фотодинамической терапии, поскольку его спектральные линии генерации и его пиковая и средняя мощности удовлетворяют условиям эффективной накачки лазера на растворах красителей [5]. Другими направлениями использования CuBr-лазеров являются технологический процесс прецизионной обработки материалов и генерация кратных гармоник в нелинейных оптических кристаллах [1].

Поскольку лазер на парах бромида меди генерирует излучение на двух длинах волн (578,2 нм и 510,6 нм) одновременно, необходимо предусмотреть возможность выделения одной длины волны для повышения эффективности использования лазера. Самый простой способ заключается в использовании частотно-избирательного фильтра, однако, в этом случае наблюдаются существенные потери мощности полезного сигнала, которые могут достигать 30%.

Учитывая, что лазеры на парах металлов имеют достаточно высокий коэффициент усиления, было сделано предположение, что потери полезного сигнала можно уменьшить, если использовать фильтр в обратной связи (ОС) лазера – внутри резонатора. Это также позволит

снизить эксплуатационные требования к фильтру, поскольку на него будет воздействовать излучение меньшей мощности. Для проведения эксперимента использовали нейтральные светофильтры (НС), оптическая плотность которых не зависит от длины волны, белые стекла (БС) и полосовые светофильтры ФЖ с максимумом коэффициента пропускания на линии 578,2 нм, ФЗ с максимумом на линии 510,6 нм. Для всех используемых фильтров были определены коэффициенты пропускания. Располагая фильтры внутри резонатора (рис. 1) проводились измерения выходной мощности без фильтра P_0 и мощности с использованием фильтра P_ϕ для желтой и зеленой длин волн. В установке использовали неустойчивый резонатор телескопического типа, что позволило получить на выходе пучок с хорошим дифракционным качеством. Для выделения отдельных линий применялась призма (7 на рис. 1).

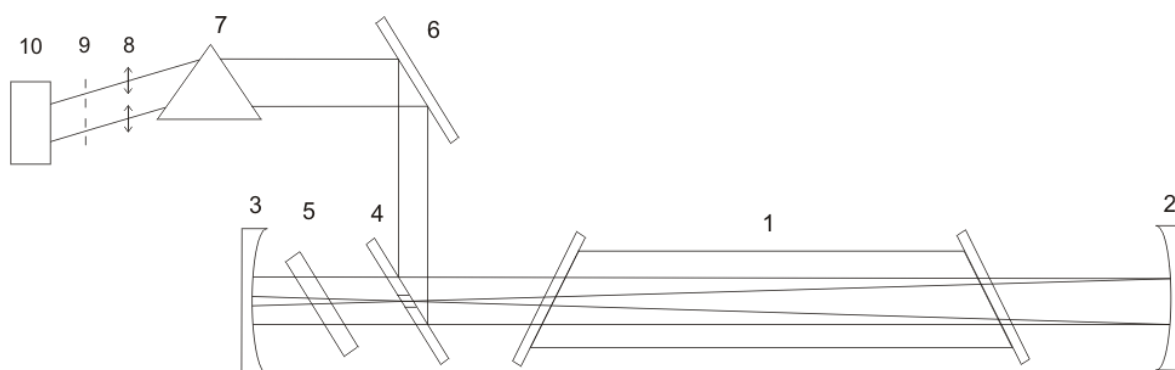


Рис.1. Экспериментальная установка: 1 – активная среда; 2, 3 – сферические зеркала; 4 – поворотное зеркало с отверстием; 5 – светофильтр; 6 – поворотное зеркало; 7 – призма; 8 – линза, 9 – диафрагма, 10 – измеритель мощности.

Результаты проведенных измерений представлены на рисунке 2. На рисунке 2 а представлены результаты измерений для линии 578,2 нм. Для полосового фильтра ФЖ коэффициент пропускания составляет 92%, при введении фильтра в обратную связь лазера на выходе получили 99% от максимальной мощности на данной линии. Коэффициент пропускания фильтра НС7 составляет 47%, при заведении фильтра в ОС усилителя получили на выходе 79,6%.

Для зеленой линии результаты показаны на рисунке 2 б. Для применяемого полосового фильтра ФЗ коэффициент пропускания составил 65%, при введении его в резонатор выходная мощность составляет 98,5% от максимальной мощности генерации на этой линии. У фильтра НС7 коэффициент пропускания β равен 44%, при заведении фильтра в ОС лазера получили 91,7%.

Для устранения некогерентной составляющей излучения, в фокусе линзы устанавливали диафрагму. Сравним результаты эксперимента без и

с использованием диафрагмы. Для желтой длины волны: ФЖ – 100% и 99%, НС7 – 82% и 79,6%, НС2 ($\beta = 31\%$) – 74% и 68,6% соответственно.

Для зеленой длины волны: ФЗ – 100% и 98,5%, НС7 – 94% и 91,7%, НС2 ($\beta = 32\%$) – 91% и 84,8% без и с использованием диафрагмы соответственно.

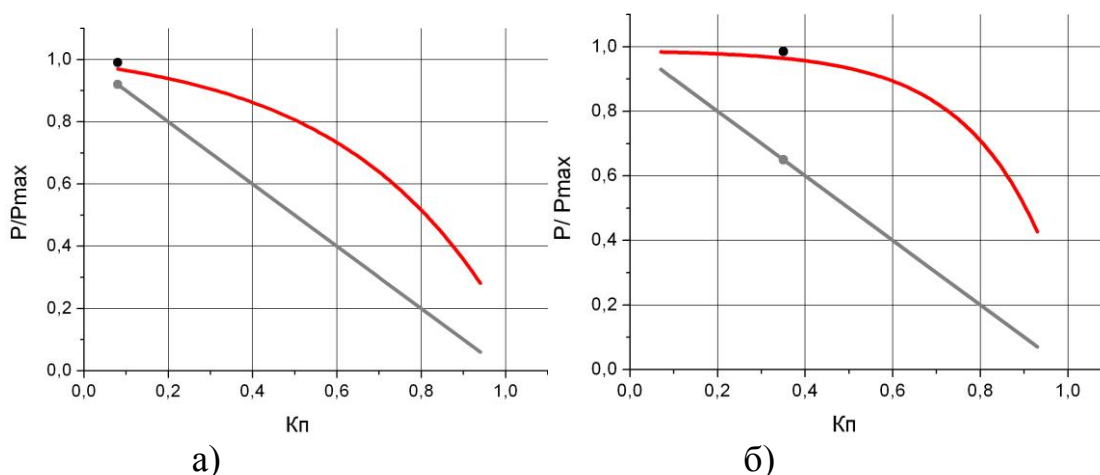


Рис.2. Относительная выходная мощность в зависимости от потерь в резонаторе
а) для желтой, б) для зеленой длин волн.

Таким образом, высокий коэффициент усиления среды позволяет достигнуть фильтрации сигнала за счет использования резонатора с частотно-избирательными свойствами. Коэффициент усиления среды на линии 510,6 нм значительно выше, чем для линии 578,2 нм. При введении 50% потерь в резонатор эффективность генерации составила 90% для линии 510,6 нм и 80% для линии 578,2 нм. Введение полосовых фильтров в обратную связь лазера позволяет получать генерации на требуемой длине волны без потери мощности.

Список информационных источников

1. Андриенко Ф.С., Губарев Ф.А., Димаки В.А. и др. Лазеры на парах бромида меди нового поколения // Оптика атмосферы и океана. – 2009. – Т. 22. – № 10. – С. 999–1009.
2. Ключарева С.В., Никонова С.М., Пономарев И.В. Лечение лазерами доброкачественных пигментных новообразований кожи // Экспериментальная и клиническая дерматокосметология. – 2006. – №3. – С.22-31.
3. Ключарева С.В., Пономарев И.В. Лазеротерапия сосудистых дефектов кожи // Журнал по прикладной эстетике. – 2005. - №3. – С.2-6.
4. Димаки В.А., Суханов В.Б., Троицкий В.О., Филонов А.Г. Лазер на парах бромида меди со стабилизацией температуры стенок активного

объема // Известия Томского политехнического университета. – 2009. – Т. 315. – № 4. – С. 152–155.

5. Лазеры на парах бромида меди для применения в медицине [Электронный ресурс] / Томский инновационный центр лазерных технологий. Режим доступа: http://topaz.tomsk.ru/ir_projects.html?id=6. – Загл. с экрана.

6. Gain characteristics of large volume CuBr laser active media [Electronic resource] / F. A. Gubarev [et al.] // Optics Communications: Scientific Journal. — 2011. — Vol. 284, iss. 10-11. — С. [P. 2565-2568].

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ДВИЖЕНИЯ

Толмачев И.В.¹, Милгадаев А.М.², Пронькина Е.М.²

¹Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск

²Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Пеккер Я.С., к.т.н., профессор кафедры
промышленной и медицинской электроники*

Ключевые слова: анализ движения, видеозахват, кинект, oculus, движущаяся платформа.

Введение

Организм человека очень чувствителен к изменениям происходящим во внешней и внутренней среде. Такие изменения в том числе отражаются на биомеханических показателях позы и движения, которые не только показывают непосредственную реакцию человека на внешние воздействия на уровне внешних реакций его организма, но и интегрально отражают функционирование центральных механизмов управления и энергообеспечивающих систем. Под позой понимают взаимное положение звеньев тела друг относительно друга и положение всего тела относительно опорной поверхности и гравитационной вертикали [1]. В управлении движениями принимают участие многие отделы ЦНС, оценка нарушений координации движений может быть использована в целях диагностики работы системы поддержания равновесия человека.

Актуальность

На сегодняшний день оценка качества движения человека является актуальной проблемой в неврологии.

При попытке контроля и анализе движения человека, мы сталкиваемся со всем спектром проблем, которые приходится решать мозгу при управлении двигательной деятельностью. Поэтому исследование качества движения – это, в сущности, один из способов исследования работы мозга,

в ее разных аспектах – от простейшей рефлекторной дуги до сложнейших вопросов пространственного восприятия [3].

Материалы и методы

На сегодняшний день, благодаря развитию видеосистем можно построить упрощенную 3D модель человека, которая повторяет движения человека. Данная технология называется маркерный и безмаркерный захват движения, она широко применяется в киноиндустрии и компьютерных играх. Отличие между маркерным и безмаркерным захватом движения в том, что маркерный метод подразумевает наличие специального костюма или датчиков, а безмаркерный захват наличие инфракрасного сенсора глубины или систему видеокамер.

В данной работе применяется метод безмаркерного захвата движения, с помощью Microsoft Kinect for Windows, очки виртуальной реальности Oculus Rift DK2, подвижная стабилоплатформа и персональный компьютер. Пациент находится на стабилоплатформе в очках виртуальной реальности и выполняет набор функциональных проб по команде оператора, весь процесс регистрируется при помощи сенсора видеозахвата, данные передаются на компьютер.

Microsoft Kinect for Windows служит для регистрации процесса движения человека, процесс обработки данных показан на рисунке 1. Пациент по команде врача выполняет специальные упражнения. Сенсор передает данные на компьютер, где строится двадцати сегментная модель, которая повторяет все движения человека.

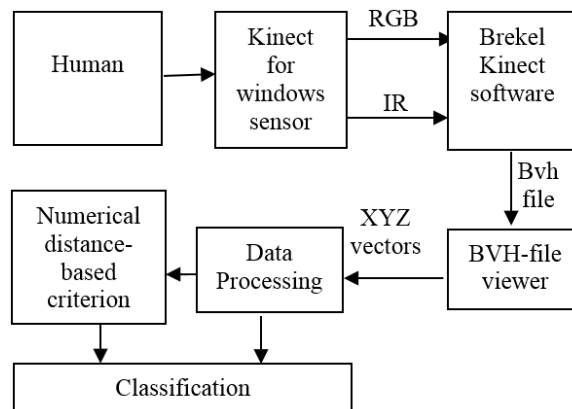


Рисунок 1. Структура опыта.

Было проведено несколько экспериментов. Набрана референтная и основная (больные с нарушением равновесия) группы в процессе исследования которых проводился тест Ромберга при совместной регистрации статокинезиграммы на стабилоплатформе и видеозахвате движений при помощи сенсора. Анализируя полученные результаты

можно сделать вывод, что при помощи безмаркерного видеозахвата можно распознавать людей с нарушением равновесия [4].

Очки Oculusriftdk2 предназначены для создания виртуального окружения и проведения функциональных проб с целью оценки сопряженности зрительного и вестибулярного анализаторов. Известно, что одним из источников информации для регуляции вертикальной позы является зрение. При закрывании глаз амплитуда колебаний общего центра тяжести у здорового взрослого человека увеличивается на 50-70% (симптом Ромберга). Для оценки взаимодействия вестибулярного и зрительного анализаторов, проводился следующий эксперимент. Пациент надевает очки виртуальной реальности в которых создается виртуальное помещение, содержащее стены и объект, который с помощью программы может осуществлять движения в разные стороны. Пациенту необходимо отслеживать объект взглядом, поворачивая голову по направлению движения объекта. По команде оператора изменяется линия горизонта помещения, при этом так же необходимо отслеживать объект взглядом. В процессе исследования осуществляется безмаркерный захват движения.

Подвижная стабиллоплатформа выполняет все функции стандартной, стационарной стабиллоплатформы, то есть регистрацию и отображение движения центра давления в двухкоординатной плоскости, и так же способна изменять угол наклона вправо-влево, вперед-назад. Данная платформа может либо повторять движения виртуальной комнаты, либо наклоняться в противоположную сторону. Данный подход позволяет оценить взаимодействие зрительного, вестибулярного анализаторов и проприоцептивной системы.

Заключение

В процессе работы был разработан методологический подход обработки данных полученных при помощи видеозахвата с целью оценки качества движения. Метод находится на стадии разработки, на сегодняшний день осуществлена интеграция системы виртуальной реальности, сенсора видеозахвата и стабиллоплатформы. Было создано виртуальное окружение для проведения функциональных проб с целью оценки работы вестибулярного аппарата.

Список информационных источников

- 1) Гурфинкель В.С., Коц Я. М., Шик М.Л. Регуляция позы человека. Наука, М. 1965, 256 с.
- 2) Гурфинкель В.С., Дебрева Е.Е., Левик Ю.С. Роль внутренней модели в восприятии положения и планировании движения. Физиология человека, 1986, том 12, с. 769-776.

3)Солопова И.А., Денискина Н.В., Казенников О.В., Иваненко Ю.П., Левик Ю.С. Исследование возбудимости спинальных мотонейронов при стоянии в обычных и усложненных условиях. // Физиология человека, 2003, Т. 29, № 3, С. 189-191.

4)Fokin V.A., Pekker J.S., Tolmachev I.V., Brazovskii K.S. «Distance-based Numerical Criterion to Evaluate Postural Tests»

5)Computerstabiloanalyzer with biofeedback . Retrieved from www.scenar.com.ru/production/stabila/index.htm

6)V.A. Fokin Statistic data simulation at estimation of biological system state, *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University*, V.311(5), 2007, pp. 120-122.

7)Clark, R.A.; Pua, Y.H.; Fortin, K.; Ritchie, C.; Webster, K.E.; Denehy, L.; Bryant, A.L. Validity of the Microsoft Kinect for assessment of postural control. *Gait Posture* 2012, 36, 372–377.

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ ГЕПАТОТРОПНЫХ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНЫХ КОНТРАСТНЫХ ПРЕПАРАТОВ

*Нам И.Ф., Жук В.В., Михайлова К.К., Захаров М.Г., Чернов В.И.,
Фролова И.Г., Григорьев Е.Г., Синилкин И.Г., Зельчан Р.В.*

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Нам И. Ф., к. т.н., доцент кафедры
промышленной и медицинской электроники*

Проведено предварительное исследование функциональной пригодности отечественного гепатотропного контрастного средства на основе гадолиния для магнитно-резонансной диагностики в эксперименте на интактных животных.

Современные подходы к созданию гепатотропных магнитно-резонансных контрастных препаратов

Диагностика и дифференциальная диагностика очаговых поражений печени представляется актуальной проблемой современной медицины. В настоящее время различные новообразования печени выявляются в 3% ультразвуковых исследований, выполненных в качестве скрининга, и встречаются в 20-51% случаев аутопсий. При этом чувствительность диагностических методов колеблется от 20 до 95% в зависимости от применяемых методик и размеров выявляемых очагов. Важным является не только обнаружение очаговых изменений печени, но и их тканевая дифференциация, определение стадийности, степени вовлечения сосудов, васкуляризации опухолей, поскольку от этих параметров зависит решение

вопроса об оптимальной тактике лечения пациента. Печень является органом-мишенью при метастатическом поражении. Наиболее часто наблюдаются метастазы колоректального рака, молочной железы, легкого и желудка от которых погибает около 20% пациентов [1].

Для обнаружения и дифференциальной диагностики очаговых изменений печени наиболее информативным считается магнитно-резонансная томография (МРТ), выполненная в условиях динамического контрастирования [2]. Магнитно-резонансное контрастное средство (МРКС) увеличивает чувствительность, специфичность и диагностическую эффективность метода, способствуя не только идентификации патологического процесса, но и более точному определению характеристик очагового образования печени. Основными направлениями применения МРТ с контрастными средствами являются выявление метастазов и первичных злокачественных новообразований печени, которые имеют артериальный тип кровоснабжения и наиболее эффективно диагностируются в артериальную фазу контрастного усиления, либо в портальную фазу, когда образование становится гипоинтенсивным по отношению к гиперинтенсивной паренхиме печени [3].

В тоже время, известно, что целый ряд злокачественных образований имеет однотипные характеристики сигнала при контрастном усилении и дифференцировать их между собой сложно. В связи с этим гиперваскулярные образования, выявляемые в артериальную фазу контрастного усиления, могут оказаться как злокачественными, требующими решения вопроса о хирургическом лечении, так и доброкачественными, при которых возможно динамическое наблюдение и отказ от инвазивного вмешательства.

Применение гепатотропного МРКС позволяет:

- существенно повысить качество диагностического изображения печени;
- дифференцировать доброкачественные и злокачественные новообразования печени;
- избежать повторных уточняющих исследований;
- сократить время обследования пациента и, тем самым, минимизировать количество артефактов, связанных с дыханием и сокращением сердца.

В связи с изложенным, целью настоящего исследования явилось: в эксперименте изучить возможности использования отечественного гепатотропного контрастного средства на основе гадолиния для магнитно-резонансной диагностики злокачественных новообразований.

Материалы и методы

На разной стадии разработки в настоящее время находятся более 20-ти МРКС для визуализации печени. Из всех существующих МРКС в качестве действующего вещества используется: гадолиний - в 40%; Fe - в 40%; Mn и Cr - в 20%.

Полностью прошли все необходимые испытания и присутствуют на рынке 4 лекарственных средства – «Резовист», «Эндорем», «Примовист», «Тесласкан». Из них в России зарегистрирован только «Примовист» (Регистрационный номер: ЛСР-003252).

В России единственный (разрешенный к клиническому применению) гепатоспецифический контрастный препарат «Примовист» (динатриевая соль гадоксетовой кислоты — Gd-ЕОВ-DTPA). Благодаря наличию в составе действующего вещества данного препарата особой функциональной группы (этоксибензильной) - он селективно захватывается поверхностными рецепторами интактных гепатоцитов и таким образом накапливается здоровой тканью печени [4].

Появление в клинической практике новых отечественных гепатотропных контрастных препаратов повысит качество диагностики очаговых поражений печени, а, следовательно, улучшит результаты лечения этой патологии.

В настоящее время разработаны опытные образцы гепатотропного контрастного средства, состоящей из субстанции МКРС на основе гадолиния, инкапсулированной в микросферы из биоразлагаемого полимера.

Разрабатываемый лиофилизат для приготовления ГЛФ МРКС получают методом двойной эмульсии (w/o/w). Оболочка микросферы формируется из биоразлагаемых полимеров (полилактидов или полилактидгликолидов). Внутренний объем микросферы заполнен гель-образующим полисахаридом, содержащим хелатный комплекс на основе гадолиния.

Гепатотропное МРКС представляет собой смешанные с физиологическим раствором лиофилизированные микросферы, содержащие хелатный комплекс на основе гадолиния, диаметром от 1 до 3 мкм. ГЛФ вводят пациенту внутривенно перед выполнением МРТ.

Накопление инновационного МРКС в клетках печени, обуславливающее гепатотропность, базируется на фагоцитозе малых частиц клетками ретикуло-эндотелиальной системы [4]. Основные усилия в этом направлении сосредоточены на создание МРКС с частичной селективностью к Купферовским клеткам печени и селезенки, чтобы избежать распределения разрабатываемого МРКС во внеклеточном пространстве и уменьшить дозу, необходимую для измерения МРТ-сигналов печени и селезенке. Нормальные ретикулоэндотелиальные

макрофаги фагоцитируют частицы, а в канцерогенной ткани фагоцитоз отсутствует, тем самым достигается селективное изменение МР-сигнала неопластической ткани. На долю лимфатических узлов и костного мозга приходится менее 10% фагоцитирующих клеток, в то время как 80% этих клеток находится в печени и 10% в селезенке. Эффективный метод получения гепатотропных МРКС связан с инкапсуляцией субстанции МРКС, в микросферы из биоразлагаемого полимера. Размер микросфер из биоразлагаемого полимера должен быть определенного размера (1-3 мкм) для свободной циркуляции в просвете сосудов всех уровней и прохождения легочно-капиллярного барьера, а так же не вызывать окклюзию сосудов. Выведение лекарственного средства осуществляется преимущественно почками путем клубочковой фильтрации после разрушения биоразлагаемого полимера в Купферовских клетках и выхода из них гадолиний-содержащей субстанции.

К настоящему времени в лабораторных условиях получены экспериментальные образцы лиофилизата гепатотропного МРКС на основе гадолиния, проведена предварительная оценка распределения препарата в организме лабораторных животных, которая показала интенсивное накопление МРКС в органе-мишени.

Исследования проводились на лабораторных животных – крысы линии «Вистар», пол. муж., массой 250 ± 47 гр. После введения гепатотропное МРКС распределяется в кровеносном русле.

Исследование выполнялось спустя 15 - 20 минут после введения парамагнетика в терапевтической дозе. В целях обеспечения полной неподвижности на протяжении всего исследования экспериментальные животные наркотизировались путем внутримышечной инфузии 5% раствора кетамина. В момент томографии животные помещались в гибкой катушке в центре магнитного поля томографа головой вперед в положении на спине так, что в поле зрения окажется все тело. На рисунке 1 приведены МР-томограммы интактных животных через 20 минут после введения препарата. Слева направо: Примовист®, нативное состояние, предлагаемая композиция. Видно интенсивное накопление препарата в области печени [1].

Эксперименты на животных осуществлялись в соответствии с правилами, принятыми Европейской Конвенцией по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и иных научных целей 1986.

Результаты и их обсуждение

1. Готовая лекарственная форма гепатотропного контрастного лекарственного средства на основе гадолиния для магнитно-резонансной

томографии интенсивно накапливается в органе мишени, что достоверно фиксируется при любой стандартной T1-взвешенной последовательности.

2. Разрабатываемое контрастное лекарственное средство может применяться в качестве гепатотропного для проведения диагностических исследований печени.



Рисунок 1. Распределение исследуемого лекарственного средства в организме интактных животных

Список информационных источников

1. Weinmann HJ, Ebert W, Misselwitz B, Schmitt-Willich H. Tissuespecific MR contrast agents. /Eur J Radiol. 2003 Apr; 46(1): 33-44.

2. Кармазановский Г.Г., Шипулева И.В., Сидорова Е.Е., Колганова И.П., Осипова Н.Ю. Лучевая диагностика гиперваскулярных образований печени. // Сборник научно-практических работ «20 лет клинической больницы № 1», Москва, 2008. – С. 228-230.

3. Сидорова Е.Е., Кармазановский Г.Г. Дифференциально-диагностические возможности гепато-тропного препарата (гадоксетовой кислоты) в хирургической гепатологии. // Мат. Невского радиологического форума, 2009., Санкт-Петербург. Сборник научных работ. - С. 487-488.

4. Сергеев П.В., Поляев Ю.А., Юдин А.Л., Шимановский Н.Л. Контрастные средства. / М.: Издательство «Известия», 2007, 496 с.

ДИСТАНЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ РАБОТЫ ИСКУССТВЕННЫХ КЛАПАНОВ СЕРДЦА

Мурзина Г.М.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Пеккер Я.С., к.т.н., профессор кафедры
промышленной и медицинской электроники*

Наиболее часто встречаются заболевания сердечно-сосудистой системы, связанные с нарушением работы клапанного аппарата. Диагностировать заболевания сердечных клапанов на ранних стадиях развития невозможно без обследования в медицинском учреждении. Это значительно увеличивает риски возникновения осложнений. Актуальной является задача разработки прибора для диагностики клапанного аппарата сердца на основе мобильных технологий. Это позволит проводить раннюю диагностику заболеваний.

Целью исследования является получение возможности ранней диагностики нарушений работы клапанного аппарата, а также контроль за работой искусственных клапанов сердца.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- анализ характеристик работы клапанного аппарата сердца, их заболевание и методы их диагностики;
- анализ возможностей мобильных технологий для медицинских исследований;
- разработка мобильного приложения, нацеленного на контроль за работой клапанного аппарата.

Исследование направлено на раннюю диагностику нарушений работы сердечных клапанов. Предметом исследования является сбор, обработка и передача диагностических показателей с применением мобильных технологий.

Теоретическая значимость заключается в разработке метода ранней диагностики работы сердечных клапанов при помощи мобильных технологий, осуществляемого съем, передачу и обработку данных.

Практическая значимость состоит в том, что полученные данные будут передаваться непосредственно на компьютер медицинского специалиста, что значительно повысит точность диагностики, а организованная обратная связь позволит при необходимости связаться с пациентом и направить на дополнительное обследование. Применение данного метода диагностики позволит снизить риски получения осложнений.

Для решения поставленных задач исследование применяется известный метод фонокардиографии, реализованный на новом качественном уровне. Метод основан на изучении тонов и шумов сердца, является очень информативным и позволяет определить нарушение работы определенного клапана сердца (митрального, трикуспидального, аортального, пульмонального) (рис.1).



Рис. 1. Фонокардиограмма сердца.

Основной функцией работы клапанного аппарата является обеспечения правильной циркуляции крови в сердце и по кровеносным сосудам. Существует два вида заболеваний сердечных клапанов: стеноз и недостаточность. При стенозе клапана уменьшается диаметр клапанного отверстия, следствием чего является получение крови в недостаточном для нормальной функциональности количестве. При недостаточности клапанного аппарата наоборот, не происходит полного смыкания клапанов, что приводит к обратному оттоку крови и ее перемешиванию. Для решения данной проблемы на сегодняшний день применяется два направления: коррекция клапанов и их замена на искусственный.

Исследование направлено на разработку мобильного приложения для самостоятельного съема фонокардиографических данных и передачи их в медицинское учреждение для обработки на стационарном компьютере.

В ходе исследований определена блок-схема устройства (рис.2) и алгоритм работы программы.

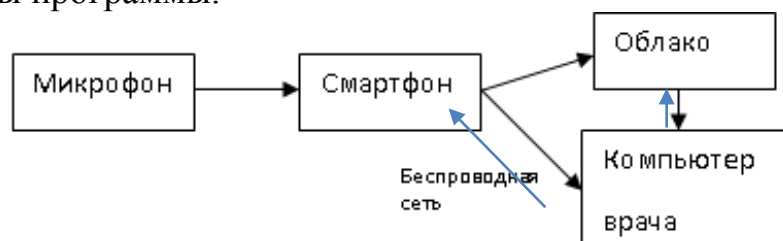


Рис. 2. Блок-схема устройства.

Программирование приложения под *Android* осуществляется на языке программирования Java. Разработка приложения производится в программе AndroidSDK.

В качестве первичного преобразователя в разработке применяется микрофон смартфона. В конструкции современных мобильных телефонах чаще всего применяются конденсаторные микрофоны. Частотный диапазон данного типа микрофона находится в пределах 30 – 15000 Гц, чувствительность микрофона 10 – 15 мВ/Па, неравномерность частотной характеристики 5 Дб. Этих параметров достаточно для съема фонограммы искусственных клапанов сердца. Сердечные клапаны имеют частоту звучания открытия и закрытия, лежащую в диапазоне от 20Гц до 1 кГц. Так как искусственные клапаны сердца имеют более жесткую структуру, диапазон их звучания будет выше. Таким образом, нам не требуется дополнительного подключения микрофона к мобильному телефону.

Основной частью устройства является мобильное приложение, которое выполняет функцию приема данных, записи их в файл, сохранении и передачи на компьютер для дальнейшей обработки сигнала. При запуске программы должно открываться окно программы с приветствием и кнопкой для начатия съема данных. Далее, при включении кнопки, появится инструкция по установке микрофона телефона для съема данных. В это же время программа должна осуществить включение микрофона и начать запись данных фонокардиограммы. Фонокардиограмма снимается во всех пяти точках аускультации. После снятия сигнала в первой точки аускультации должен прозвучать звуковой сигнал о завершении съема данных и на дисплее телефона отразится дальнейшая инструкция, направляющая на съем фонокардиограммы в оставшихся точках аускультации. По завершению диагностики данные сохраняются и по беспроводной мобильной сети отправляются на компьютер. В это же время на дисплее отображается ЧСС и программа ждет нажатия кнопки для завершения работы. На компьютере данные обрабатываются при помощи программы LabView. LabView – это программа для создания виртуальных приборов, позволяющая производить обработку данных биомедицинского сигнала. Таким образом, полученные данные записанные в текстовый файл, с использованием виртуальных приборов преобразуются в читаемый сигнал.

В результате проведенных исследований разработана программа актуальная для решения проблем ранней диагностики заболеваний сердечных клапанов и контроля за работой клапанных протезов.

Основные результаты позволяют сформулировать следующие выводы:

1.Разработан алгоритм программы для съема, хранения и передачи диагностических данных.

2.Разработанная методика позволяет получать непрерывный мониторинг сердечной деятельности, что в значительной степени снизит риски возникновения осложнений.

3.Разработка дает возможность получения своевременной консультации медицинского сотрудника и достоверность проведенного анализа.

Список информационных источников

1.Шостак Н.А., Клименко А.А., Андрияшкина Д.Ю., Новиков И.В. Митральные пороки сердца и легочная гипертензия в практике ревматолога и терапевта. Лекция №1. Митральный стеноз // Русский медицинский журнал. – 2009. – том 17, №4. – С. 205 – 209.

2.Орловский П.И., Гриценко В.В., Юхнев А.Д., Евдокимов С.В., Гавриленков В.И. Искусственные клапаны сердца //Под редакцией академика РАМН Ю.Л. Шевченко. – СПб.: ЗАО «ОЛМА Медиа Групп». – 2007.

3.Земцовский Э.В., Конобасов А.М., Трешкур Т.В., Цуринова Е.А., Попов С.В. Новые возможности телеметрической ЭКГ диагностики.

4.Орлов О.И., Камаев И.А., В.М., Леванов В.М., Сергеев Д.В. Телемедицина. Опыт проведения научных видеоконференций. //Клиническая медицина. – 2009. – №2. – С.67-71.

5.Удальцов Б.Б. Основы клинической фонокардиографии. // Санкт-Петербург. - 2000.

6.Мобильная медицина (m-Health): <http://www.tadviser.ru/index.php/>

7.Пеккер Я.С., Мурзина Г.М. Мобильные технологии для контроля за состоянием сердечно-сосудистой системы. // Евразийское Научное Объединение. – 2015.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ФИЛЬТРОВ

Науменко А.Д.

*Томский политехнический университет, г. Томск
Научный руководитель: Глотов А.Ф., к.т.н., доцент кафедры
промышленной и медицинской электроники*

При обработке информации в системах неразрушающего контроля для подавления помех и выделения информативных признаков используются цифровые фильтры, методам синтеза которых уделяется

большое внимание в литературе [1,2]. В данной работе взят за основу известный метод частотной выборки для построения гребенчатых фильтров. Перспективным направлением развития цифровой обработки является математическое моделирование таких фильтров, которое позволяет получать характеристики, физически нереализуемые цифровыми фильтрами в аппаратном исполнении.

В качестве примера рассмотрим алгоритм реализации математической модели синтеза режекторного фильтра (РФ) методом частотной выборки (Рис.1.).



Рис. 1. Алгоритм реакции цифрового фильтра на входной сигнал методом частотной выборки

Реализация фильтра выполнена в ППП «MathCad».

1. На первом этапе работы с программой необходимо задать исходные данные для нахождения коэффициентов передаточной функции и вычисления АЧХ:

- Верхняя и нижняя границы частот РФ составляют $f_1=50$ Гц и $f_2=50$ Гц соответственно;

- Исходя из требований к точности фильтра, длину частотной выборки примем равной $N=100$;

- Частота дискретизации входного сигнала (f_d) задается в диапазоне $f_d \geq 2f_{\max}$, где $2f_{\max}$ – максимальная частота в спектре входного сигнала. Также, частота дискретизации должна иметь приближенное значение к частоте выборки N . В данной работе эта величина составляет $f_d=100.01$ Гц;

- Частотная выборка (T_k) для $k=0 \dots N-1$ представляет собой требуемую амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) рассчитываемого фильтра.

2. После ввода вышеприведенных параметров задается частотный диапазон для вычисления АЧХ фильтра. Пример АЧХ РФ приведен на графике рис.2.

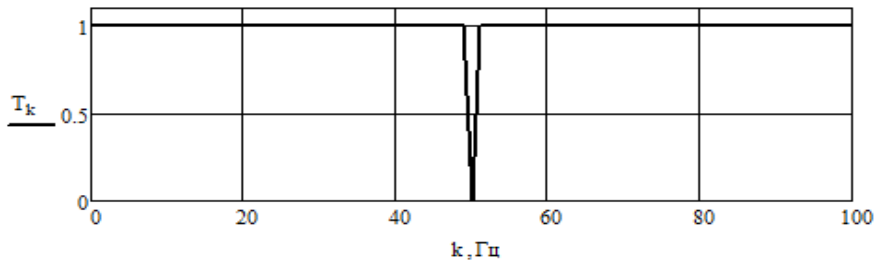


Рис. 2. АЧХ РФ

3. Далее производится расчет коэффициентов передаточной функции по формуле (1).

$$H(jw) = \sum_{k=0}^{N-1} h_k * e^{-j*k*w*T}, \quad (1) \quad [3]$$

где $H(jw)$ – АЧХ цифрового фильтра; N – длина частотной выборки; k – номер отсчета сигнала; h_k – весовые коэффициенты; T – период.

4. В качестве входного сигнала возьмем реальную электроэнцефалограмму, снятую у ребенка и хранящуюся в базе данных PhysioNet [4].

Смоделируем сигнал помехи за счет сложения входного сигнала с сигналом частотой 50 Гц (2)

$$xi = 1 * \cos\left(50 * p * \frac{i}{64}\right) + qi, \quad (2)$$

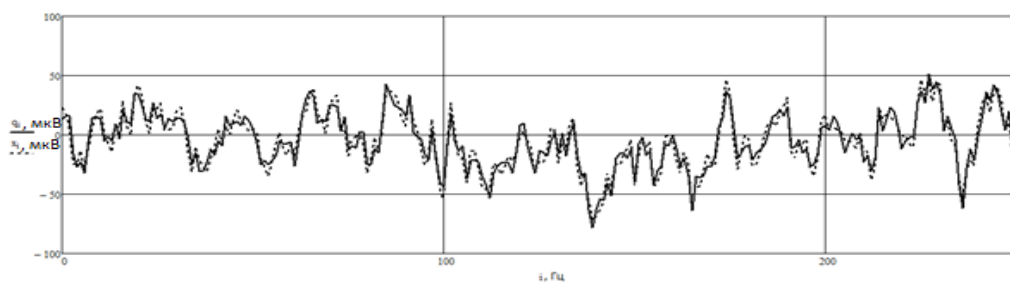


Рис. 3. Графики функций входного сигнала без помех (q_i) и при их наличии (xi)

5. Далее применяется быстрое преобразование Фурье с помощью встроенной функции MathCAD (M_i), содержащей алгоритм быстрого вычисления дискретного преобразования Фурье;

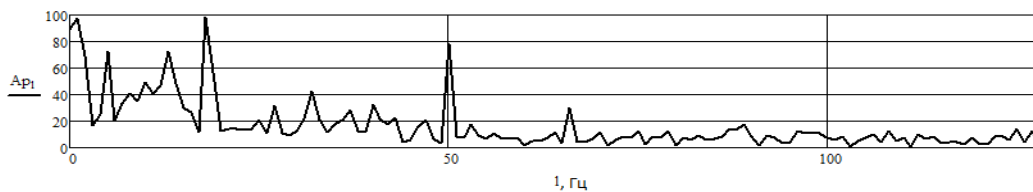


Рис. 4. Спектр сигнала с помехой

6.Проводим фильтрацию сигнала с помощью формулы (3). График спектра полученного выходного сигнала приведен на Рис.6.

$$Y_i = M_i * N_i, \quad (3)$$

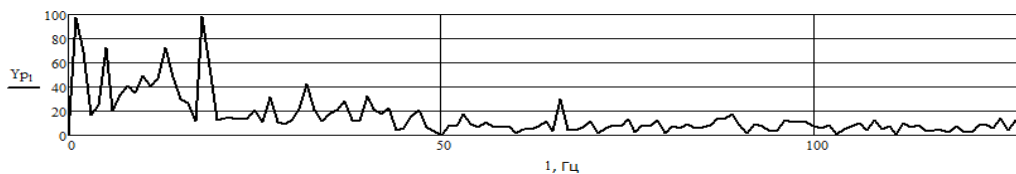


Рис. 5. Спектр сигнала с отфильтрованной помехой

7.Для проверки правильности проведенных вычислений, необходимо выполнить быстрое обратное преобразование Фурье, после чего выводится заключение о правильности проведенного анализа данных, и приводятся графики исходной и выходной функций (рис.6). Графики показывают полное совпадение исходного сигнала и сигнала, очищенного от помехи.

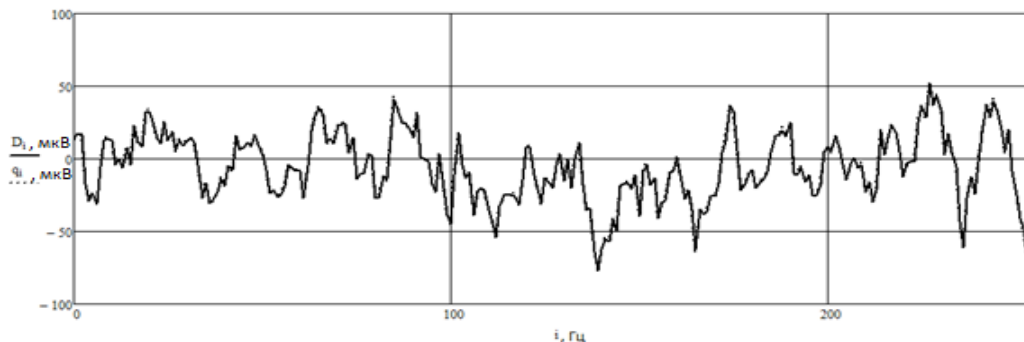


Рис. 6. Графики входного и выходного сигналов РФ

Таким образом, применение математической модели фильтров позволяет программным путем получать сигнал с идеальными характеристиками в полосах пропускания и затухания, а также, при необходимости, выделять или подавлять из всего спектра сигнала единственную гармонику полосовым или режекторным фильтрами. С появлением специализированных микропроцессоров, появилась возможность реализации быстрого преобразования Фурье для цифровой обработки сигналов в режиме реального времени с минимальной задержкой. Это позволяет встраивать фильтры в системы обработки

информации при неразрушающем контроле для распознавания образов, а также в системы управления технологическими процессами.

Работа может быть полезна при изучении курса цифровой обработки сигналов.

Список информационных источников

1.Богнер Р., Константи́нидис А. Введение в цифровую фильтрацию // Проектирование рекурсивных фильтров методом частотной выборки. М.: Мир, 1976. – С. 93-96.

2.Гадзиковский В.И. Цифровая обработка сигналов // Цифровая обработка сигналов в частотной области. М.: СОЛОН-Пресс, 2013. – 766 с.

3.Антонью А. Цифровые фильтры: анализ и проектирование // Расчет рекурсивных фильтров. М.: Радио и связь, 1983. – С. 149-156.

4.PhysioNet <http://physionet.org>

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОПТОЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ВНУТРИЧЕРЕПНЫХ ГЕМАТОМ

Новосельцева А.П., Тимченко К.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Аристов А.А., к.н.т., доцент кафедры
промышленной и медицинской электроники*

При травматических повреждениях мозга крайне важно оперативно выявить наличие внутричерепных гематом. До сих пор основным точным инструментальным методом выявления таких повреждений является томография, однако возможность проведения томографического обследования пациента сразу после травмы практически отсутствует. В связи с этим, задача создания прибора оперативно выявляющего наличие внутричерепных повреждений является актуальной. Решением данной проблемы может быть использование такого метода диагностики как спектроскопия в оптическом диапазоне длин волн [1].

Нами разрабатывается макет устройства позволяющего проводить лабораторные исследования, направленные на поиск возможных путей улучшения диагностических возможностей оптического метода обнаружения гематом [2]. Измерительная оптическая часть установки (Рис. 1) состоит из каркаса (1), на котором закреплен оптический блок (2) содержащий источник и приемники излучения, расположенный над

модельной средой имитирующей структуры головы (3), подвижного кронштейна (4), используемого для фиксации модельного объекта (5) имитирующего гематому.

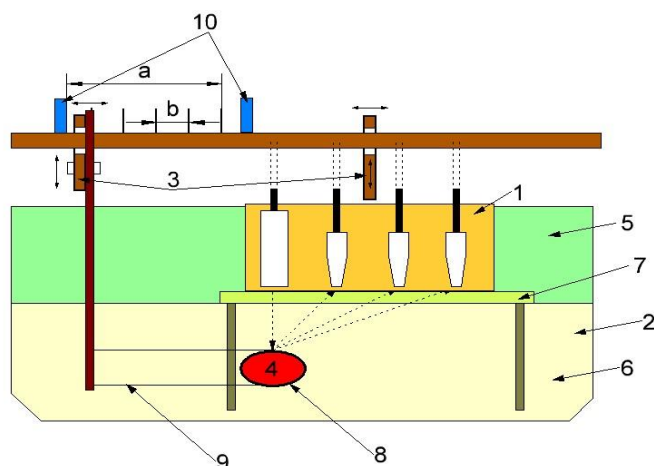


Рис. 1. Конструкция установки. 1 – оптический блок; 2 – модельная среда, имитирующая структуры головы; 3 – подвижное крепление; 4 – гематома; 5 – емкость; 6 – дисперсионная вязкая жидкость имитирующая ткань мозга; 7 – фторопластовая пластина; 8 – прозрачная кювета; 9 – проволоочная решетка; 10 – концевые переключатели.

Оптический блок и фиксатор “гематомы” прикреплены к каркасу с использованием подвижных, скользящих соединений, что позволяет нам свободно их перемещать как по вертикали, так и по горизонтали относительно фантома головы. Фантом головы представляет собой емкость (6) наполненную дисперсной вязкой жидкостью (7) имитирующей ткань мозга. Над поверхностью жидкости закреплена пластина из фторопласта (8), которая имитирует черепную кость. Гематома моделируется свернувшейся кровью человека, помещенной в силиконовый прозрачный резервуар, который закрепляется на проволоочной решетке (9) подвижного кронштейна (4) и располагается в жидкости под фторопластовой пластиной.

Меняя, положение “гематомы” относительно оптического измерительного блока мы можем определить, как ее перемещение отражается на данных, которые мы получаем с фотоприемников, и можно ли на основании этих данных определить размеры гематомы и ее положение в пространстве. Для этого необходимо разработать устройство, которое бы перемещало гематому на заданное расстояние a с заданным шагом b . В те моменты, когда установка пройдет заданный шаг b необходимо снимать значения с фотоприемников. Таким образом, мы получим зависимости сигнала с фотоприемников от расстояния до гематомы.

Для перемещения кронштейна с гематомой используем шаговый двигатель. Концевые переключатели (11) ограничивают расстояние, на которое он может перемещать установку. Переключатель расположенный слева соответствует начальной точке, с которой начинается съем данных. Переключатель, расположенный справа соответствует максимальному расстоянию, на которое может переместиться гематома.

Структурная схема устройства для управления шаговым двигателем приведена на рис. 2. На персональном компьютере запускается программа, которая управляет устройством сбора данных NI USB-6009. Данное устройство имеет 12 каналов цифрового ввода/вывода, данные выходы используются для передачи управляющих сигналов на микроконтроллер, а также для передачи данных – значений «расстояния» a и «шага» b . Микроконтроллер STM8S003K3 подает управляющие сигналы на шаговый двигатель TM100, а также принимает сигналы с концевых переключателей. На рис. 3 показан алгоритм работы программы микроконтроллера. Для согласования уровней напряжения для управления шаговым двигателем в качестве драйвера ШД используем микросхему ULN2003.

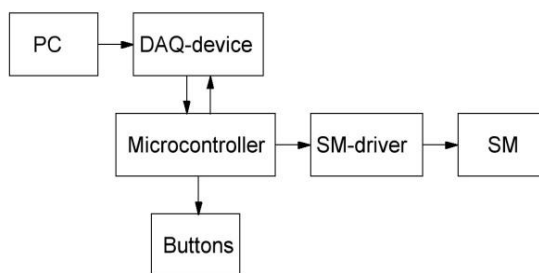


Рис. 2. Структурная схема устройства. PC – персональный компьютер, DAQ-device – устройство сбора данных, Microcontroller – микроконтроллер, SM-driver – драйвер шагового двигателя, SM - шаговый двигатель, buttons – концевые переключатели.

На персональном компьютере программа для съема зависимости положения гематомы от значения с фотоприемников реализована в среде разработки программ LabView. Программа работает следующим образом. Сначала пользователь вводит глубину гематомы, затем вводит то расстояние, которая должна пройти установка – a , и вводит значение шага – b . После нажатия на кнопку «Запуск» начинается измерение. В первый момент времени происходит снятие значений пока гематома еще не переместилась. Затем отправляем управляющий сигнал, и установка начинает движение на заданный шаг. Также микроконтроллер выставляет запрет на снятие данных с фотоприемников. После того как установка прошла заданный шаг с микроконтроллера приходит сигнал разрешения для снятия данных с оптической части установки.

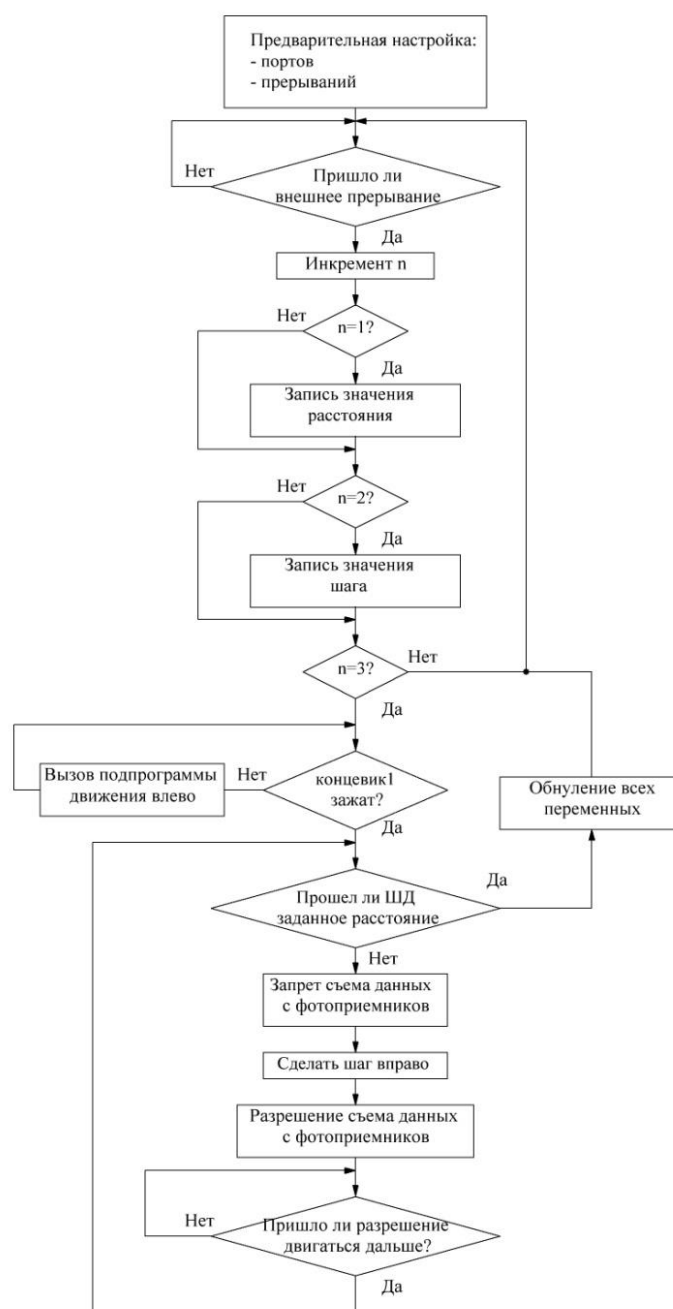


Рис. 3. Алгоритм работы программы микроконтроллера.

Теперь происходит снятие данных на расстояние b . Затем установка проходит еще один шаг, происходит снятие данных на расстояние $2 \cdot b$. И данный процесс происходит до тех пор, пока установка не пройдет расстояние a , заданное пользователем. Таким образом, после завершения съема данных получаем зависимости выходных сигналов с фотоприемников от расстояния до гематомы.

В результате проделанной работы была произведено внедрение шагового двигателя для автоматизации съема данных с оптической части установки. Работа программ была отлажена. Далее на данной

установке будут проведены эксперименты для определения местоположения гематом.

В дальнейшем планируется разработать свое программное обеспечение для визуализации информации, снимаемой с устройства. Для получения более высокой скорости съема информации и уменьшения масса-габаритных параметров устройства планируется замена устройства сбора данных NI USB-6009 на микросхему аналого-цифрового преобразователя.

Список информационных источников

1.D.A. Zimnyakov, V.V. Tuchin Optical tomography of tissues //Quantum Electronics. 2002, V.32(10), pp.849-867.

2.K.A. Timchenko, A.A. Aristov, I. S. Musorov and T.G. Evtushenko Development of optoelectronic system for subdural hematoma diagnostics, Proceedings of the 2014 15th International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices (EDM). Novosibirsk, 2014, p. 319-322; doi: 10.1109/EDM.2014.6882538

ПОНИЖАЮЩИЙ ППН С КВАДРАТИЧНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ ПО ТОКУ КОНДЕНСАТОРА

Нужный Е.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Вадутов О.С., к.т.н., доцент кафедры промышленной и медицинской электроники

Силовая электроника – одна из бурно развивающихся областей электроники в XXI веке. За последнее время наиболее перспективным направлением являются интеллектуальные силовые компоненты: интегрированные силовые микросхемы, ключи и модули. Это направление стремительно развивается благодаря успехам в совершенствовании технологии изготовления и значительному улучшению параметров мощных полевых транзисторов (MOSFET), биполярных транзисторов с изолированным затвором (IGBT), силовых драйверов более высокой степени интеграции.

Силовая электроника базируется на ключевых режимах преобразования энергии и связана с современными методами анализа и синтеза электронных цепей, которые обеспечивают эффективные

преобразование, управление и регулирование электрической энергии с помощью силовых полупроводниковых приборов[1].

Проблема оптимизации законов управления является одной из важнейших проблем современной теории автоматического управления (СТАУ). В оптимальных системах алгоритм управления (регулирования), а также параметры регулятора, выбираются из условия наилучшего критерия качества. Из числа применяемых критериев оптимальности наибольшее распространение получили квадратичный критерий и критерий максимального быстродействия.

Задача оптимизации системы автоматического управления по быстродействию формулируется следующим образом. Дан объект управления, описываемый уравнениями

$$\frac{dx_i}{dt} = f_i(x_1, \dots, x_n) + b_i u, \quad i = 1, \dots, n. \quad (1)$$

На управляющее воздействие наложено ограничение

$$|u(t)| \leq U_m. \quad (2)$$

Требуется найти закон управления

$$u = u(x_1, \dots, x_n), \quad (3)$$

который обеспечивает перевод объекта из заданного начального состояния $\mathbf{x}_0 = (x_{10}, \dots, x_{n0})^T$ в заданное конечное состояние $\mathbf{x}_k = (x_{1k}, \dots, x_{nk})^T$ за минимально возможное время.

Решить задачу оптимального по быстродействию управления в виде аналитической зависимости удастся получить лишь в редких случаях. В связи с этим разработаны различные способы нахождения аппроксимационного решения таких задач. Результаты подобного решения называют законами квазиоптимального управления [2-3]. Большинство методов квазиоптимальности быстродействия направлено на аппроксимацию поверхности переключения или на численные методы нахождения моментов переключения. Характерная особенность квазиоптимальных систем состоит в том, что теория таких систем дает возможность выработать единый алгоритм управления для целого класса систем, а так же оптимизировать системы, динамика которых описывается дифференциальным уравнением любого порядка, системы с запаздыванием или системы с изменяющимися в процессе эксплуатации параметрами.

Тогда, если поставить задачу о переводе системы из одной точки фазового пространства в другую за минимально возможное время, то как известно, управление $u(t)$ будет иметь вид импульсов постоянной

высоты, чередующихся знаков и различной длительности, причем, моменты переключения зависят от параметров системы, начальных условий, задающего и возмущающего воздействия. Для определения этих моментов переключения оптимальная система всегда должна содержать вычислительное устройство.

Преобразователь постоянного напряжения как объект оптимального по быстродействию управления обладает следующими особенностями:

- силовая часть преобразователя напряжения при значениях параметров, выбранных из условия получения требуемых режимов работы, представляет собой колебательное звено;
- управляющие воздействия являются несимметричными;
- ток в дросселе не может принимать отрицательные значения, вследствие чего на интервалах времени, когда регулирующий транзистор закрыт, возможен переход преобразователя в режим прерывистого тока.

Процессы, протекающие в преобразователе постоянного напряжения, рассматриваются на плоскости $U_C, i_C = C \cdot dU_C/dt$, либо на плоскости U_C, i_L , где U_C – напряжение на конденсаторе, i_C – ток конденсатора, i_L – ток дросселя.

Линии переключения на плоскости U_C, i_C , при которых обеспечиваются оптимальные по быстродействию процессы в преобразователе постоянного напряжения, представляют логарифмические спирали. Для того чтобы получить квазиоптимальные процессы, аппроксимируем эту линию переключения линейной или квадратичной зависимостями.

Операторно-структурные схемы преобразователей постоянного напряжения с линейной и квадратичной обратными связями (ОС) по току конденсатора показаны на рисунке 1.

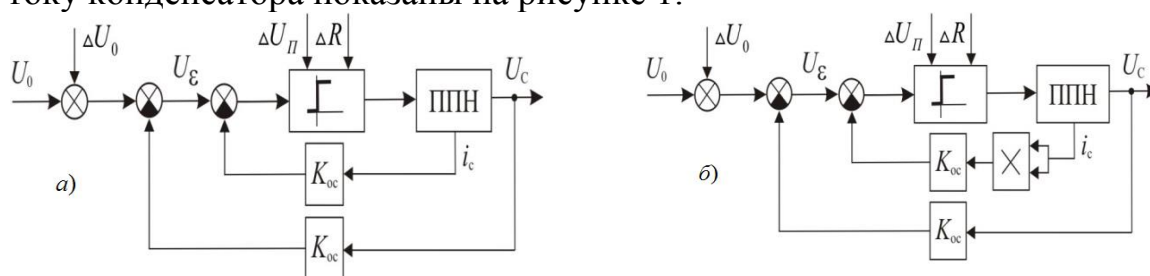


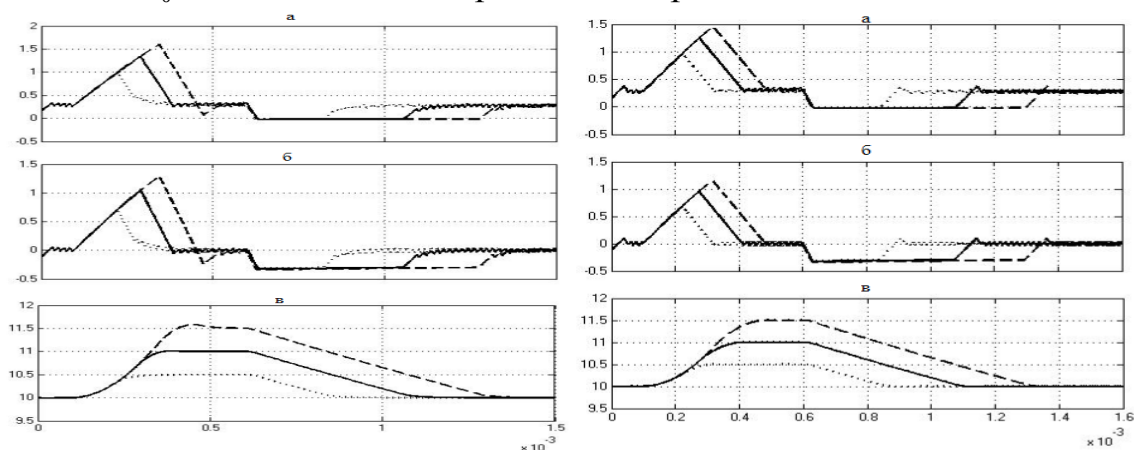
Рис. 1. Операторно-структурные схемы преобразователей постоянного напряжения:
а – с линейной ОС; б – с квадратичной ОС

При моделировании и макетировании использовались следующие параметры преобразователя:

$$U_{II} = 16B, U_c = 10B, R = 750m, U_{оп} = 10B, L = 840мГн.$$

В системе MATLAB/SimPowerSystem была разработана модель преобразователя понижающего напряжения с линейной и квадратичной обратной связью по току конденсатора.

На рис. 2, 3 представлены диаграммы тока дросселя (а), тока конденсатора (б), напряжение на нагрузке U_c (в), при изменении уставки U_0 с линейной и квадратичной обратной связью.

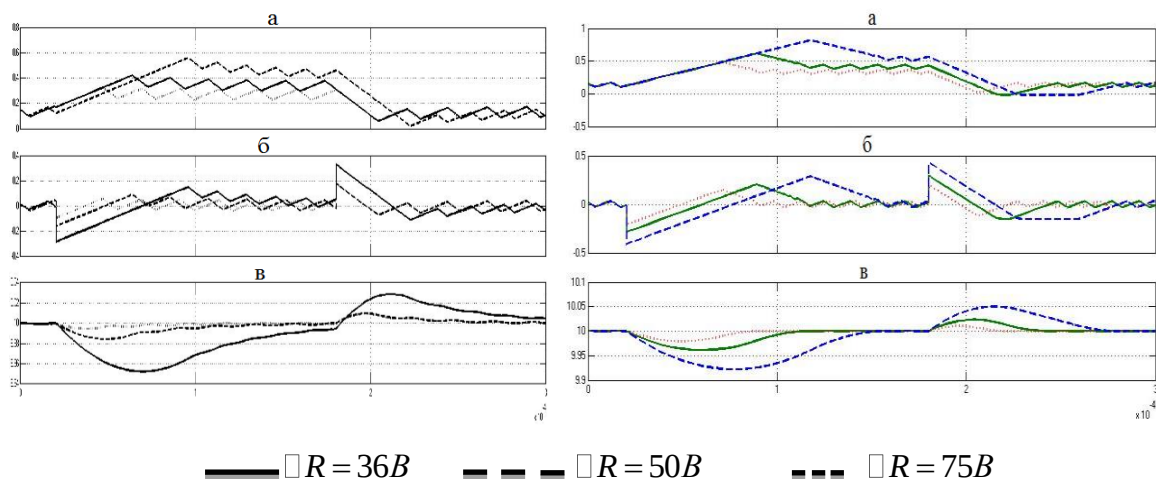


$$\text{—} U_0 = 1B \quad \text{---} U_0 = 1.5B \quad \text{...} U_0 = 0.5B$$

а – с линейной ОС; б – с квадратичной ОС

Промоделировав схему с различными уставками можно сделать вывод, что система с линейной ОС при возмущающем воздействии может быть, как оптимальна $U_0 = 1B$, так и войти в режим скольжения $U_0 = 0.5B$ и режим перерегулирования $U_0 = 1.5B$. Такая система не может соответствовать требованию квазиоптимальности. В отличие, от линейной системы, квадратичная ОС исходя из графиков (2.б.) показывает, что при изменении уставки система за один переходный процесс приходит в установившийся режим. Следовательно, такая система работает в квазиоптимальном режиме.

На рис. 3 Диаграммы при скачкообразном изменении нагрузки с линейной и квадратичной обратной связью.



a – с линейной ОС; $б$ – с квадратичной ОС

Из диаграмм видно, что линейная система в отличие от квадратичной системы при скачкообразном изменении нагрузки долго приходит в установившийся режим. Поэтому, можно сделать вывод, что линейная система не квазиоптимальна.

Список информационных источников

1. Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника. – М.: Техносфера, 2005. – 632 с.
2. Крутько П.Д. Исследование динамики субоптимальных по быстродействию автоматических систем // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2004. – № 2. – С. 16–33.
3. Ловчаков В.И., Сапожников А.М. Синтез квазиоптимальных по быстродействию систем управления высокого порядка // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2012. – Вып. 2. – С. 136–147.
4. Kapat S., Krein P.T. Improved Time Optimal Control of a Buck Converter Based on Capacitor Current // IEEE Trans. on Power Electronics. – 2012. – V. 27. – № 3. – P. 1444–1454.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛОСКОГО СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ

Пань Янян

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Юрченко А.В., д.т.н., профессор кафедры
информационно-измерительной техники

Солнечная энергетика является одной из отраслей применения плоского коллектора. Для солнечной энергоустановки с конденсорным устройством, оценка работоспособности коллектора особенно необходима. В данной работе представлены плоский солнечный коллектор новой конструкции и модель для инженерного расчета коэффициента теплопередачи. Разработаны аналитическое выражение и экспериментальный метод для определения коэффициента теплопередачи.

Проектированный коллектор имеет две теплопередающие поверхности. Внешний вид данного коллектора является плоской коробкой (Рис.1), внутри установлены ограждающие стенки.

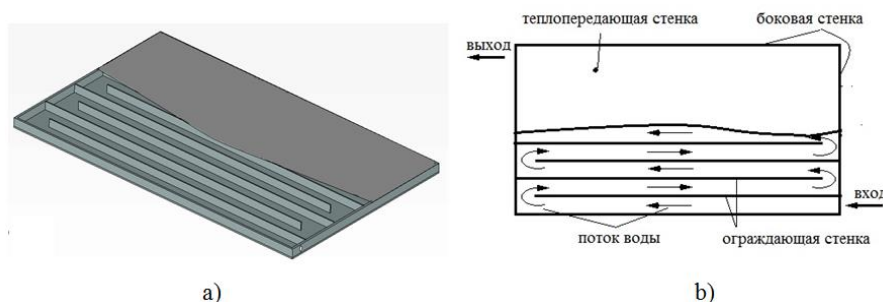


Рис .1. Конструкция плоского коллектора (а), режим работы коллектора (b).

Механизм теплопередачи коллектора показан на рис.2

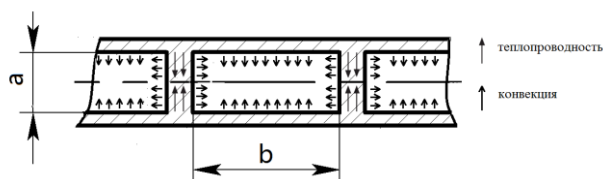


Рис.2. Механизм теплопередачи коллектора (боковой разрез)

Режим течения потока определяется числом Рейнольдса – Re [1]:

$$Re = \frac{U_{\infty} \cdot D}{\nu}$$

Для канала с прямоугольным сечением:

$$D = \frac{4 \cdot A_c}{P_n} = \frac{4 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (a + b)}$$

где A_c - площадь поперечного сечения канала U_∞ - скорость потока (m/s); D - гидравлический диаметр (m); ν – коэффициент кинематической вязкости жидкости (m^2/s); P_n – смоченный периметр; При $Re < 2300$, поток является ламинарным; при $Re > 2300$, поток является турбулентным.

Для ламинарного потока, число Нуссельта- Nu описывается выражением[2]:

$$Nu = \frac{h \cdot D}{k_{ж}} \quad (1)$$

где h - коэффициент теплообмена между жидкостью и стенкой канала; $k_{ж}$ – коэффициент теплопроводности жидкости.

В эксплуатации, температурное поле в ограждающей стенке симметричное относительно положения $x=a/2$. Поэтому можно анализировать участок $0 < x < a/2$, как показан на рис.5

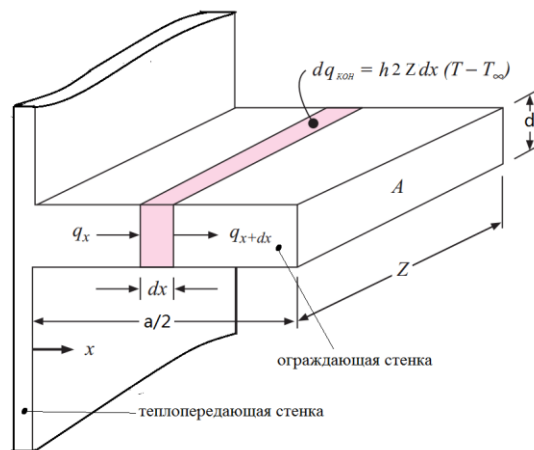


Рис.3.Механизм теплообмена в ограждающей стенке

На ограждающей стенке возьмём элементарный участок в качестве объекта исследования (рис.5)[3]. Применяя тепловой баланс

$$q_x - q_{x+dx} = dq_{кон}, \text{ получим:}$$

$$\frac{d^2 T}{dx^2} - \frac{2 \cdot Z \cdot h}{k \cdot A} \cdot (T - T_\infty) = 0 \quad (2)$$

При $x=0$, есть граничное условие:

$$T(0) = T_n \quad (3)$$

где T_n – температура теплопередающей стенки.

При $x = a/2$, есть граничное условие:

$$\frac{dT(a/2)}{dx} = 0 \quad (4)$$

Из формулы 1 - 4, получаем тепловой поток через ограждающую стенку:

$$q_o = \sqrt{2 \cdot Z \cdot k \cdot A \cdot h} \cdot (T_n - T_\infty) \cdot \tanh\left(\sqrt{\frac{2 \cdot Z \cdot h}{k \cdot A}} \cdot \frac{a}{2}\right) \quad (5)$$

где $\tanh$ - гиперболический тангенс; Z - длина ограждающей стенки; h – коэффициент конвективного теплообмена; k - коэффициент теплопроводности материала стенки; T_n - температура теплопередающей стенки; T_∞ - температура обтекающей жидкости; $A = d \cdot Z$.

Аналогично, можно получать тепловой поток через боковую стенку- q_b и тепловой поток через теплопередающую стенку- q_n . Коэффициент теплопередачи между теплопередающей стенкой и теплоносителем находится выражением:

$$K = \frac{\sum q}{A_n \cdot (T_n - T_\infty)} \quad (6)$$

где $\sum q$ - суммарный поток тепла через теплопередающую стенку.

Коэффициент K применяется для оценки эффективности и других показателей коллектора[4]. Вводя параметры коллектора в формулы, получаем теоретическое значение коэффициента: $K=265 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

По вышеуказанной модели задали граничные условия, выполнили визуализацию температурного поля (рис.6.a) и распределения плотности теплового потока (рис.6.b).

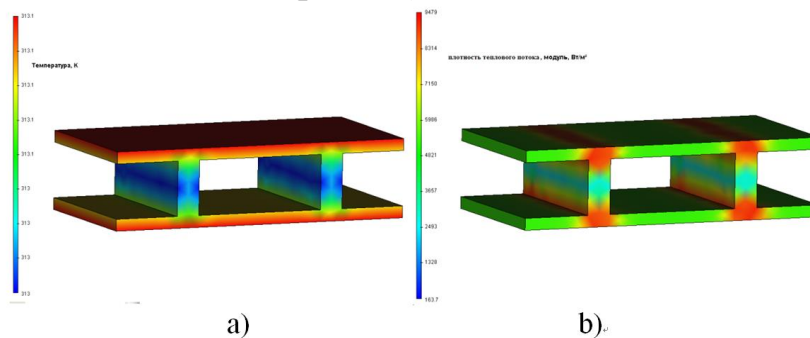


Рис.4. Температурное поле(a) и плотность теплового потока(b)

Коэффициент - K можно находить и экспериментальным путем, установка для нахождения этого коэффициента показана на рис.7.

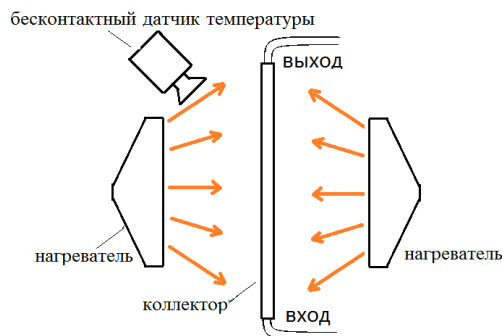


Рис.5. Экспериментальная установка

Коэффициент K можно находить по формуле[4]:

$$K = \frac{f \cdot \rho \cdot C \cdot (T_{\text{ВЫХ}} - T_{\text{ВХ}})}{2 \cdot A_{\text{П}} \cdot (T_{\text{П}} - \frac{T_{\text{ВХ}} + T_{\text{ВЫХ}}}{2})}$$

где f – расход воды; ρ - плотность воды; C - удельная теплоёмкость воды; $T_{\text{ВХ}}$ - температура входной воды; $T_{\text{ВЫХ}}$ - температура выходной воды.

Тестировали коллектор при разных расходах теплоносителя, применяя вышеуказанную установку. при холодной входной воде (15-20°C) и горячей входной воде(45-50°C).

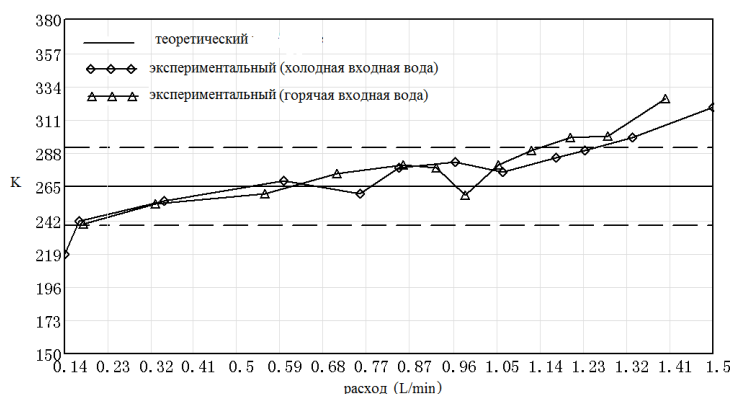


Рис.6. Коэффициент теплопередачи между теплоносителем (водой) и теплопередающей стенкой от расхода

С помощью настоящей модели можно описывать механизм теплообмена с удовлетворительной точностью при определенном условии. Данный тепловой коллектор является эффективным средством для поглощения тепла при проектировании гибридной солнечной батареи.

Список информационных источников

1. Incropera, F. P. "Fundamentals of heat and mass transfer." (2007).p-487.

2. J.P, Holman. Heat Transfer, Tenth Edition. McGraw-Hill Companies, Inc, 2010. P. 284-285, P. 45.

3. Ji, Jie, et al. "Effect of fluid flow and packing factor on energy performance of a wall-mounted hybrid photovoltaic/water-heating collector system." Energy and Buildings 38.12 (2006): 1380-1387.

4. Y. A. Cengel, Heat Transfer: A Practical Approach, 2nd ed., McGraw-Hill, 2003, P. 428

СТАБИЛИЗАТОР ТЕМПЕРАТУРЫ С АВТОПОДСТРОЙКОЙ ПАРАМЕТРОВ

Петухов Т.Д.

Томский политехнический университет г. Томск

*Научный руководитель: Пестунов Д.А., к.т.н., доцент кафедры
промышленной и медицинской электроники*

Качество работы практически всех сложных электронных приборов, используемых в промышленности, в науке или в медицине, а особенно тех, где имеют место измерения каких-либо величин, зависит от внешних условий. Часто значительное влияние на функционирование электронных систем оказывают колебания температуры. Не всегда искажения, вносимые температурой, удается компенсировать с помощью математического аппарата, и поэтому для обеспечения заданных характеристик электронные устройства оснащаются термостабилизаторами. Размеры и материал термостатируемого объекта, расположение датчиков и нагревателей (холодильников), условия эксплуатации и др. факторы оказывают влияние на качество стабилизации и на тип используемой системы термостатирования. Изготовление и настройка термостатов задача трудоемкая и в большинстве случаев требуется "индивидуальный подход" к различным типам объектов термостатирования. Таким образом возникла необходимость создания системы управления (СУ) нагревательными (охладительными) элементами, в основе которой заложены адаптационные или самообучаемые алгоритмы расчета параметров выходных сигналов.

В данной работе рассматривается возможность применения искусственной нейронной сети к задаче термостатирования.

Система стабилизации температуры

Разрабатываемая система автоматического управления имеет структуру, приведенную на рис. 1а. Задаваемый параметр стабилизации T_0 подается на вход системы. В нашем случае этот параметр представляет собой температуру, но при соответствующем исполнительном устройстве и датчике, коим у нас используются нагреватель и термодатчик, параметром стабилизации могут быть напряжение, ток, давление, скорость и т.п.

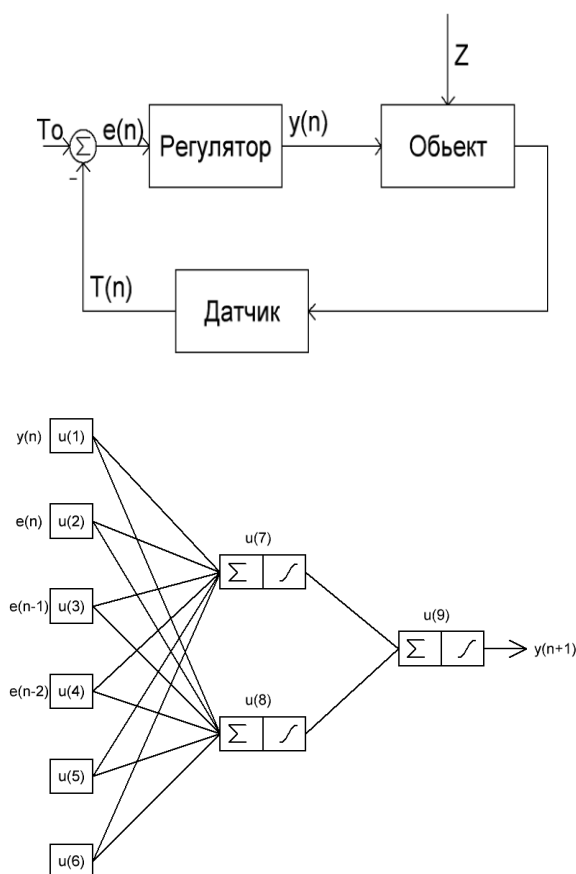


Рис. 1 Функциональная схема системы автоматического управления (а) и структура используемой нейронной сети (б)

В данной системе регулятор представляет собой искусственную нейронную сеть, задачей которой является генерация управляющего воздействия.

Объект - нагревательный элемент мощностью 30Вт, который представляет собой резистор соответствующей рассеивающей мощности, обмотанный нихромовой нитью, включенной параллельно.

Управление нагревателем плавное, осуществляется за счет ШИМ сигнала управления. Датчик температуры аналоговый, подключается к АЦП микроконтроллера(МК), выполняющего роль регулятора. Система отображения отлаживаемых параметров и расчёт сети происходит в программе на ПК написанной на языке Delphi. Микроконтроллер выполняет функцию сбора и передачи данных на ПК, приема значения и выработки сигнала управления. После отладки сети предполагается все расчетные функции полностью перенести в МК.

Искусственная нейронная сеть

При построении сети использована классическая модель – формальный нейрон[1, 3]. Методом обучения выбран метод обратного распространения ошибки, потому как данный метод обеспечивает уменьшение ошибки работы сети в процессе её обучения [1], но накладывает ограничение – дифференцируемость функции активации нейрона на всем промежутке [4]. Данный недостаток исключается путем применения в качестве функции активации *сигмоида*, описываемым уравнением:

$$OUT(NE\tau) = \frac{1}{1+e^{-NE\tau}}.(1)$$

Выходные значения сигмоида изменяются в диапазоне от 0 до 1, и поэтому сигнал функции активации выходного слоя задает коэффициент заполнения окна для модуля ШИМ МК.

При проектировании нейронной сети за основу были взяты параметры дискретного ПИД регулятора $y(n) = y(n-1) + q_0 e(n) + q_1 e(n-1) + q_2 e(n-2)$. Где $y(n)$ – управляющее воздействие; $e(n)$ – ошибка работы системы в текущий момент времени, соответственно $e(n-1)$ и $e(n-2)$ ошибки работы системы в прошлые моменты времени.

При выборе структуры нейронной сети приоритетным для нас является минимальный размер сети, которая обеспечивает требуемую функциональность.

На рис. 1б представлена выбранная конфигурация сети. Вследствие того, что для метода обратного распространения ошибки требуется иметь целевое значение выходного параметра, а для разработанной сети его нет, потому как выходной параметр должен быть подобран для минимизации ошибки работы сети, то ошибкой выходного слоя принята ошибка работы системы $e(n)$. Так же сигмоида выходного нейрона сдвинута вправо, для того, что бы вначале обучения выходной параметр принимал минимальное значение.

Система является дискретной, поэтому все измерения происходят в дискретные моменты времени три раза в секунду. Измеряемое значение – значение 12-ти разрядного АЦП.

Процесс обучения искусственной нейронной сети при вариации входных параметров рис. 2а. Видно, что для данного объекта более оптимальным является набор параметров $y(n), e(n), e(n-1), e(n-2)$. Выбранный набор параметров позволяет получить меньшее значение перерегулирования, меньшую частоту и амплитуду аperiodических колебаний.

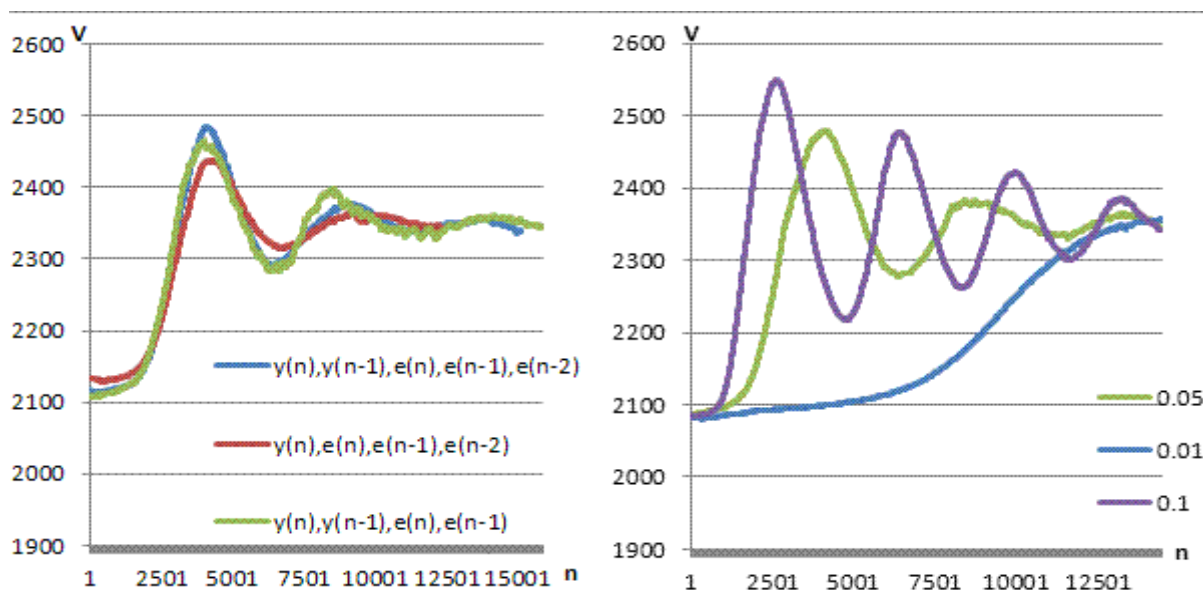


Рис. 2 Графики зависимости обучения сети от входных параметров (а) и зависимости от коэффициента обучения (б)

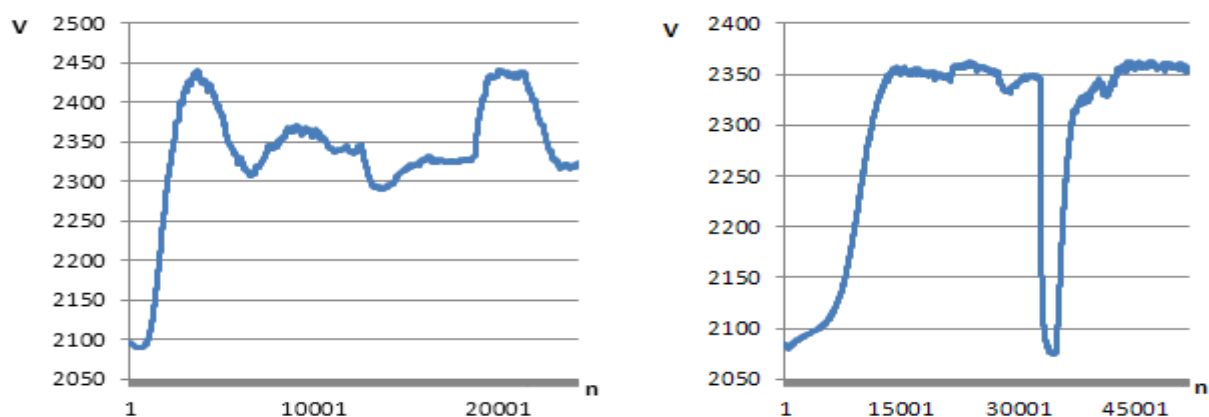


Рис. 3 График работы системы при внешних воздействиях (а) и Обучение системы, повторное включение (б)

Влияние коэффициента обучения на процесс обучения рис.2б. Графики показывают, что коэффициент обучения прямо пропорционально влияет на скорость реакции системы управления. Высокий коэффициент ведет к апериодическому колебательному процессу. Малый коэффициент обучения позволяет «плавно» достигнуть требуемого значения примерно за одинаковое количество тактов.

Следующий график рис. 3а показывает, как работает система при наличии внешних возмущающих воздействий.

После обучения система способна выдавать требуемое управляющее значение после включения рис. 3б. Это свойство позволяет при повторных включениях получать «идеальную» переходную характеристику.

Заключение

К достоинствам применения нейронной сети в качестве регулятора можно отнести то, что для изменения поведения сети значимым является один параметр – коэффициент обучения. Данный коэффициент влияет как на скорость, так и на характер обучения. В то же время этот параметр влияет и на скорость реакции на возмущающие воздействия. После обучения сеть при последующих включениях обеспечивает наилучшую возможную переходную характеристику.

В то же время при проектировании сети возможно множество её конфигураций. Размер сети ограничивается лишь вычислительными возможностями. Так же могут проявляться недостатки алгоритмов обучения, например паралич сети, локальные минимумы. Большинство недостатков применения нейронной сети может быть скомпенсировано различными дополнительными условиями и алгоритмами программы, что позволяет эффективно использовать данный метод управления. Нейронная сеть используемая нами в качестве регулятора в СУ стабилизатора температуры способна обслуживаться вычислительными мощностями простейшего 32-х разрядного контроллера, например STM32F05X.

Список информационных источников

1. Уоссермен, Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика //NeuralComputing. TheoryandPractice. — М.: Мир, 1992

2. Барский А.Б. Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений // М.: Финансы и статистика, 2004. – 176 с.
3. Заенцев И.В. Нейронные сети. Основные модели // Учебное пособие к курсу "Нейронные сети" для студентов 5 курса магистратуры к. электроники физического ф-та Воронежского Государственного университета. 1999
4. Васенков Д.В. Методы обучения искусственных нейронных сетей // 2007.
5. Тим Джонс М. Программирование искусственного интеллекта в приложениях (M.TimJones - AIApplicationProgramming) // Пер. с англ. Осипов А.И. — М.: ДМК Пресс, 2004. — 312 с: ил.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ВЕЩЕСТВОМ ПРИ 3D – ПЕЧАТИ МЕТОДОМ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЕКАНИЯ

Порохов Е.С.

*Томский политехнический университет, г. Томск
Научный руководитель: Евтушенко Г.С., д.т.н., профессор
кафедры промышленной и медицинской электроники*

Технология селективного лазерного спекания имеет широкую область применения в различных отраслях. Детали, изготовленные по этой методики, могут использоваться как прототипы для оценки проекта и работоспособности изделия.

Относительно новым направлением, является изготовление готовых функциональных изделий методом СЛС. Изготовление готовых деталей при использовании данной методики занимает несколько часов, что намного дольше традиционных способов, применяемых в промышленности. Однако использование СЛС-технологии не требует отладки отдельного технологического процесса для каждого нового изделия, позволяет более гибко подбирать параметры нового изделия, что позволяет применять эту методики в очень широком спектре областей [1-3].

В работе [4] показано, что изменение параметров обработки вещества оказывает серьезное воздействие на качество готового изделия, его плотность и функциональные характеристики. Исследование посвящено определению влияния частоты следования

импульсов и скорости движения сканаторной системы на формирования первого слоя.

Относительно низкая частота следования импульсов, а значит и длительное время воздействия на вещество приводит к высокой плотности мощности в облучаемой зоне, и как следствие, к образованию плазмы. В результате происходит испарение порошка и на поверхности не образуется равномерного покрытия. Вследствие сил поверхностного натяжения возникают капиллярные явления на поверхности подложки, что приводит к образованию сферических форм. В целом, можно сделать вывод о том, что подбор оптимальных параметров воздействия на вещество основывается на расчете и поддержании определенного режима генерации лазерного излучения, а так же постоянной температуры в зоне воздействия, что позволит обеспечить высокое качество изготавливаемых изделий.

Основной задачей расчета параметров взаимодействия лазерного излучения с порошковым веществом является определение оптимальных параметров излучения и скорости движения сканаторной системы. Установка селективного лазерного спекания работает на основе иттербиевого одномодового лазера с высокой гибкостью регулирования параметров излучения:

Параметры лазерной системы

Таблица 1.

Тип лазера	Иттербиевый оптоволоконный
Длина волны, λ	1.07 мкм
Мощность излучения, Р	0 – 500 Вт
Скорость движения сканатора, v	0 – 12 м/с
Диаметр зоны воздействия, d	100 мкм

Объектом воздействия является микродисперсный порошок нержавеющей стали, который имеет широкое применение в СЛС-технологиях для изготовления различных промышленных изделий и деталей.

Для получения основных оптических параметров вещества: коэффициент поглощения (μ) и показатель рассеяния (β) воспользуемся теорией Ми рассеяния на сферических частицах. При помощи программного пакета MePlot рассчитаем относительные коэффициенты рассеяния и поглощения на сферических частицах различного диаметра. Исходными параметрами являются: показатель преломления $n=2.96$, диаметр частиц от 0.01 – 100 мкм, расчет производится для длины волны излучения $\lambda = 1.07$ мкм. На рисунке 1 продемонстрированы

результаты расчета относительных коэффициентов для разных диаметров частиц.

Средний радиус частиц исследуемого порошка составляет $r = 20$ мкм. Соответственно, рассчитанные коэффициенты имеют значения: $Q_{scat} = 1.569$, $Q_{abs} = 0.542$. Для определения показателя поглощения и коэффициента рассеяния воспользуемся формулами:

$$\mu = Q_{abs} * \pi * r^2 * n_c, \quad (4)$$

$$\beta = Q_{scat} * \pi * r^2 * n_c, \quad (5)$$

где r – радиус одной частицы, n_c – концентрация частиц в объеме порошка. В результате расчета имеем: $\mu = 288.6$, $\beta = 835.5$.

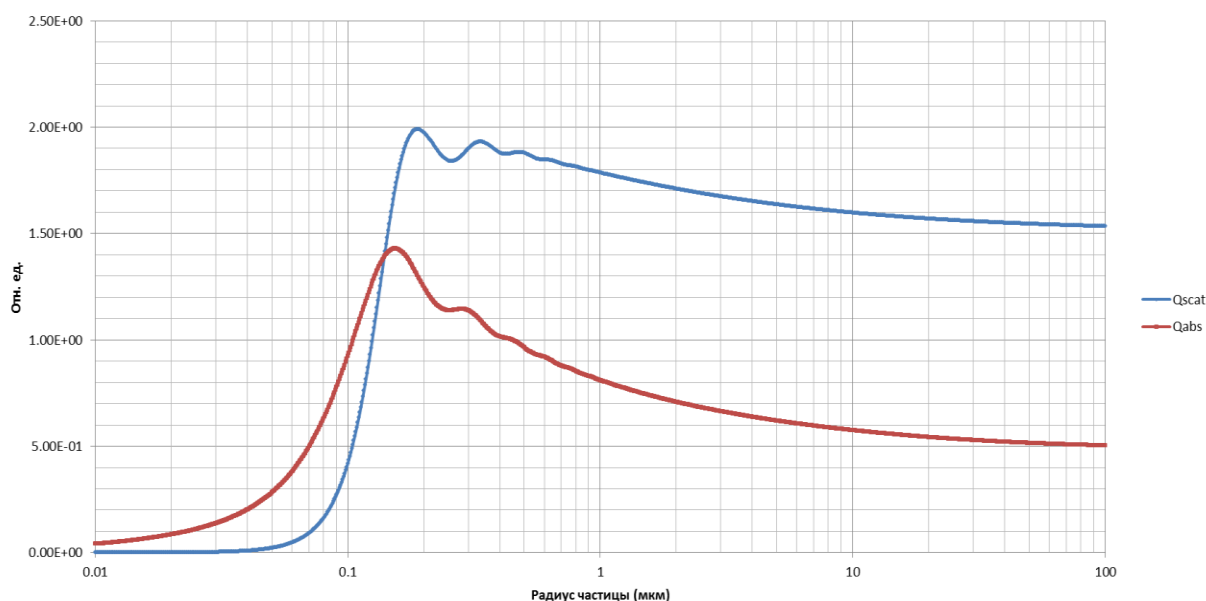


Рис. 1. Значения относительных коэффициентов поглощения Q_{abs} и рассеяния Q_{scat} на сферической частице, рассчитанных в зависимости от радиуса частиц.

При помощи метода Монте-Карло можно довольно точно рассчитать доли поглощенной энергии $A(z)$ на различной глубине исследуемого объекта, распределение фотонов излучение в веществе. Таким образом, можно прогнозировать результаты взаимодействия, а так же, определить эффективную глубину проникновения лазерного излучения z_{ef} . Для расчета был использован программный пакет MCML.

Целью данных расчетов является определение процента поглощенной энергии лазерного излучения порошковым слоем в 100 мкм на различной глубине. Таким образом, можно понять, какая энергия будет необходима для расплава всего слоя, и каким образом будет убывать энергия с увеличением глубины воздействия.

На рисунке 2 изображена зависимость доли поглощенной энергии от глубины воздействия. На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что энергия убывает экспоненциально. Характер убывания приближен к закону Бугера и соответствует практическим исследованиям.

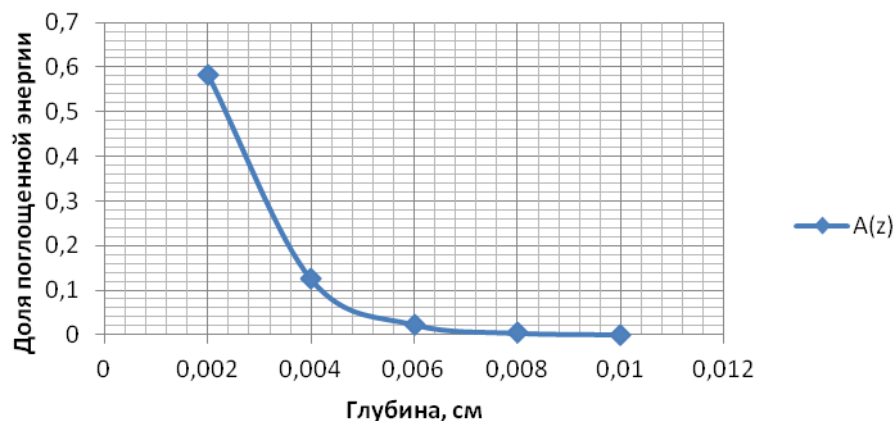


Рис. 2. Доля поглощенной энергии в зависимости от глубины воздействия

Для того, чтобы определить, какую энергию необходимо затратить, чтобы расплавить весь слой вещества на площади диаметром в 100 мкм, необходимо рассчитать эффективную глубину проникновения лазерного излучения. Для этого составим логарифмическую шкалу доли поглощенной энергии на различной глубине.

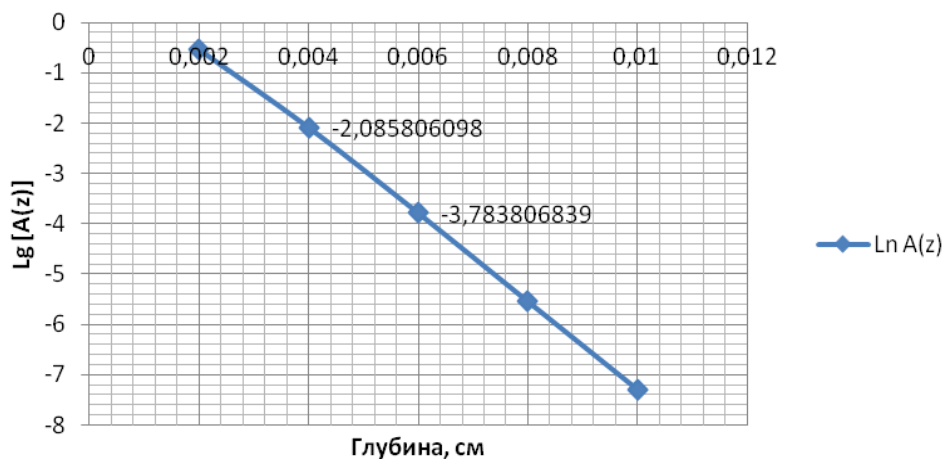


Рисунок 3. Логарифмическая шкала зависимости доли поглощенной энергии от глубины проникновения лазерного излучения

Для нахождения эффективной глубины проникновения лазерного излучения z_{ef} воспользуемся формулой:

$$z_{ef} = \frac{z_1 - z_0}{Lg(A_1) - Lg(A_0)}, \quad (1)$$

Произведя расчет, имеем: $z_{ef} = 33$ мкм.

Зная параметры поглощенного веществом потока лазерного излучения, а также теплофизические константы материала, можно оценить температуру нагрева вещества, а так же количество энергии, необходимой для расплава все слоя.

Для определения необходимой энергии нагрева и расплава слоя вещества необходимо определить объем зоны проникновения лазерного излучения и прогретого слоя:

$$V = \frac{\pi(d + \sqrt{\alpha t_i})}{4(\sqrt{\alpha t_i} + z_{ef})}, \quad (2)$$

Видно, что объем зоны прогрева зависит, прежде всего, от времени воздействия лазерного излучения. Так как, система позволяет гибко регулировать скорость движения сканаторной системы, есть возможность регулировать время воздействия, которое будет определяться отношением скорости движения лазерного луча к диаметру зоны воздействия ($\tau_i = \frac{d}{v}$).

Для того, чтобы определить, какую энергию необходимо затратить для нагрева и расплава вещества, воспользуемся традиционным уравнением:

$$, \quad (3)$$

где λ - удельная теплота плавления, ρ - плотность порошка, V – объем зоны расплава, C – удельная теплоемкость. Контролировать объем зоны расплава и количество затрачиваемой энергии можно при помощи регулирования скорости движения сканаторной системы и энергии лазерного излучения. Таким образом, все данные поставленной задачи являются взаимозависимыми.

По результатам моделирования и расчета можно сделать вывод, что оптимальным режимом воздействия будет скорость движения сканатора 0.07 м/с, мощность лазерного излучения 25 Вт. С учетом того, что доля поглощенной энергии лазерного излучения составляет 75%. Количество энергии, затрачиваемой на прогрев и расплав слоя вещества при этом режиме воздействия составляет 0.027 Дж, а глубина воздействия 98,3 мкм.

Список информационных источников

1. Сапрыкин А.А., Дудихин Д.В., Бабакова Е.В. Перспективы создания изделий методом селективного лазерного спекания // Актуальные проблемы современного машиностроения. 2014 С.14-16.
2. Григорьев С.Н., Грибков А.А. Оптимизация точности элементов дозирующей системы // Техника и технология. 2006. № 5. С.73-79.
3. Назаров А.П. Особенности конструкции машин для селективного лазерного спекания // Вестник МГТУ «Станки» № 1 (24), 2013. С. 76 – 79.
4. Харанжевский Е.В., Ипатов А.Г., Николаева И.С. Влияние параметров обработки на плотность покрытий из твердого сплава, полученного короткоимпульсным селективным лазерным спеканием// Вестник Удмуртского университета Вып. 1, 2014 С. 51 – 56.
5. Лосев В.Ф., Морозова Е.Ю., Ципилев В.П., Физические основы лазерной обработки материалов// Издательство Томский политехнический университет 2011 С. 10 – 12.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕВРОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ДВИЖЕНИЯ

*Толмачев И.В., Пеккер Я.С., Пронькина Е.М.
Томский политехнический университет, г. Томск
Научный руководитель: Пеккер Я.С., к.т.н., профессор кафедры
промышленной и медицинской электроники*

Анализ движения является одним из наиболее прогрессирующих направлений в клинической биомеханике. Поскольку в управлении движениями принимают участие многие отделы ЦНС, нарушения координации движений могут быть использованы в целях диагностики. Они проявляются нарушениями устойчивости при стоянии и ходьбе, асимметрией движений правой и левой стороны, нарушениями точности движений, снижением силы и уменьшением скорости.

В настоящее время методы анализа движения быстро развиваются под действием технологического прогресса, который повышает точность измерений и дает возможность фиксировать новые параметры, которые до этого момента были не доступны. Одним из значительных прорывов последних лет стало развитие видеосистем, а именно, увеличение частоты смены кадров и их разрешение. Это позволило

применять видеозахват движения в спорте для повышения эффективности тренировок и в медицине для обследования людей, находящихся в условиях реабилитационного периода после травм или инсульта, а также пациентов с болезнью Паркинсона и ДЦП [9].

Исходя из этого, считаем, что разработка недорогого комплекса по оценке поведения центра массы и центра давления для использования в оценке постуральных тестов, абсолютно необходима.

Материалы и методы

Исследование было проведено в двух группах. Первая референтная группа, в которую входили 11 здоровых испытуемых. Вторая группа состояла из 9 пациентов с незначительными неврологическими отклонениям и отрицательным результатом теста Ромберга. Одновременно с данным тестом проводился видеозахват движения с помощью прибора Kinect. По полученным данным был рассчитан интегральный критерий (Id), так же средняя скорость перемещения центра тяжести. Было использовано программное обеспечение “Brekel Kinect free” для предварительной обработки и сбора исходных данных. Сравнение проводилось с показателями теста miniBESTtest[4] и другими известными индексами, такими как средняя скорость перемещения и Equilibrium Function Quality (EFQ). При помощи критерия Манна-Уитни проводилась оценка достоверности различий между группами.

Информацию об интегральном критерии можно найти в [1]. Таким образом, математическая обработка информации проводилась по алгоритму, представленному в источнике [2]

Результаты

Результаты испытаний приведены в таблице 1. В первой колонке R1-R11 – референтная группа, P1-P9 – группа пациентов с неврологическим отклонением. Средняя скорость представлена в виде медианы и квартилей, поскольку этот параметр не подчиняется нормальному распределению. Несмотря на то, что все пациенты имели отрицательный результат по тесту Ромберга, трое из них получили показатели по miniBESTtest от 11 до 15. Но, тем не менее, разница между двумя группами (здоровыми и людьми с отклонениями) оказалась статистически незначительной. Средние значения скорости и EFQ в двух группах также оказались практически одинаковыми, в то

время как значения интегрального коэффициента Id варьируется между группами. Наиболее важно, что все эти параметры не коррелируют между собой.

Результаты исследования

Таблица 1.

Испытуемые	miniBEST test scores	Средняя скорость перемещения ц.т., m/sec	Интеграль- ный критерий Id
R1	27	0,103 [0,056-0,159]	1,63
R2	28	0,015 [0,008-0,021]	1,37
R3	28	0,057 [0,033-0,096]	1,21
R4	28	0,013 [0,008-0,021]	1,15
R5	27	0,034 [0,019-0,063]	1,30
R6	28	0,021 [0,010-0,032]	1,35
R7	27	0,040 [0,021-0,082]	1,37
R8	27	0,057 [0,028-0,100]	1,46
R9	27	0,058 [0,030-0,103]	1,66
R10	28	0,011 [0,006-0,019]	1,17
R11	28	0,018 [0,009-0,025]	1,51
P1	13	0,083 [0,039-0,164]	6,97
P2	11	0,015 [0,010-0,022]	7,52
P3	28	0,015 [0,010-0,022]	3,07
P4	28	0,024 [0,014-0,058]	9,72
P5	15	0,040 [0,020-0,060]	2,33
P6	28	0,022 [0,012-0,041]	5,23
P7	26	0,030 [0,021-0,046]	1,82
P8	28	0,012 [0,008-0,020]	1,65
P9	28	0,020 [0,011-0,032]	3,46
MW test	p=0,43	p=0,54	p<0,001

По полученным результатам видно, что интегральный коэффициент у людей с неврологическими отклонениями отличается от коэффициента здоровых людей, это можно увидеть на рисунке 1. Исходя из этих данных, можно сказать, что при помощи Kinect и математической обработки полученных данных можно отличать здоровых людей от больных.

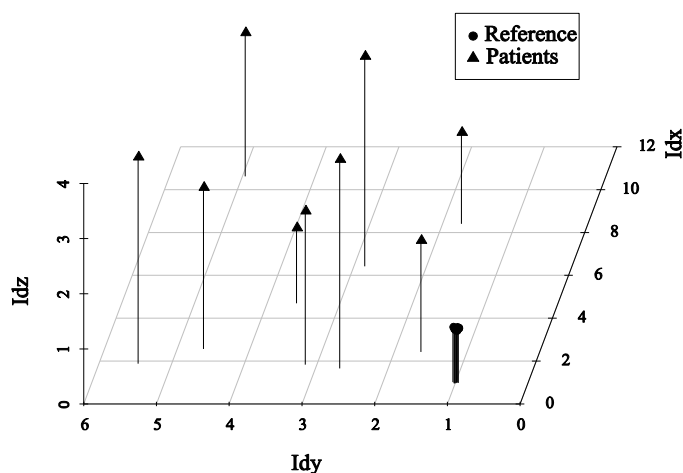


Рис.1. 3D распределение интегрального критерия

Интегральный критерий основан на расстоянии между точками движения центра тяжести. Он вычисляется по формуле:

$$Id(\bar{x}_u) = \frac{1}{2k} \left[\frac{1}{N_0} \sum_{v=1}^{N_0} (\bar{x}_u - \bar{x}_v) C^{-1} (\bar{x}_u - \bar{x}_v) \right]$$

Данный критерий подробно описан в источнике [1].

Заключение

Основным результатом нашего исследования является получение и обработка данных с целью оценки качества движения методом видеозахвата. У данного метода есть свои недостатки, например большие шумы при записи данных, но благодаря свойству интегрального критерия усреднения хаотического сигнала и уменьшения шума пропорционально квадратному корню из длины вектора, эта проблема решается. Данный метод прост в использовании, информативен, и также обладает положительным побочным эффектом: снижение уровня технических рекомендаций к аппаратуре, необходимой для исследования. Точность и разрешение технического обеспечения, используемого в данной работе значительно ниже по сравнению с классической стабилметрией, однако это все же позволило найти различия между двумя группами испытуемых. В

будущем этот комплекс позволит проводить исследования как в медицинских учреждениях, так и в домашних условиях.

Список информационных источников

1. M. E. Pedalini, O. L. Cruz, R. S. Bittar, M. C. Lorenzi, S. S. Grasel, Sensory organization test in elderly patients with and without vestibular dysfunction, *Acta Oto-Laryngologica*, V.129(9), 2009, pp. 962-965.
2. N. Chastan, B. Debono, D. Maltete, J. Weber: Discordance between measured postural instability and absence of clinical symptoms in Parkinson's disease patients in the early stages of the disease, *Movement Disorders*, V.23, 2008, pp.366–372.
3. M. Mancini, F. B. Horak, The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits, *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, V. 46(2), 2010, pp. 239–248.
4. F. B. Horak, D. M. Wrisley, J. Frank, The Balance Evaluation Systems Test (BESTest) to differentiate balance deficits, *Physical Therapy*, V.89(5), 2009, pp.484-98.
5. M. Visser, J. Marinus, B. R. Bloem, H. Kisjes, B. M. van den Berg, J. J. van Hilten, Clinical tests for the evaluation of postural instability in patients with parkinson's disease, *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, V.84(11), 2003, pp.1669-74.
6. Computer stabiloanalyzer with biofeedback. Retrieved from www.scenar.com.ru/production/stabila/index.htm
7. V. A. Fokin Statistic data simulation at estimation of biological system state, *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University*, V.311(5), 2007, pp. 120-122.
8. R. J. Schilling, E. M. Bollt, G. D. Fulk, J. D. Skufca, A. F. Al-Ajlouni, C. J. Robinson, A quiet standing index for testing the postural sway of healthy and diabetic adults across a range of ages, *Biomedical Engineering, IEEE Transactions on* V.56(2), 2009, pp.292-302.
9. Radim Krupicka, Zoltan Szabo, Slavka Vitecková, Evzen Ruzicka Motion Capture System for Finger Movement Measurement in Parkinson Disease

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДЕФЕКТОВ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ В АКТИВНОМ ТЕПЛОВОМ НЕРАЗРУШАЮЩЕМ КОНТРОЛЕ

Разумова А. А., Ширяев В. В.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Введение

Дефектоскопия - это область знаний, охватывающая теорию, методы и технические средства определения дефектов в материале контролируемых объектов типа несплошности материала, оценки физико-химических свойств материала и измерения геометрических параметров деталей [1, 2].

В данной статье рассматривается активный метод теплового неразрушающего контроля (АТНК). Проводя диагностику данным методом, производят нагрев/охлаждение объекта контроля (ОК), передачу его тепловой энергии специальными внешними источниками тепла для создания тепловых потоков внутри изделия. Высокая чувствительность аппаратуры для регистрации тепловых полей, таких, как тепловизоры, пирометры и др. не имеет особого значения в производственных условиях [3]. Цель работы - измерение параметров дефектов в ОК.

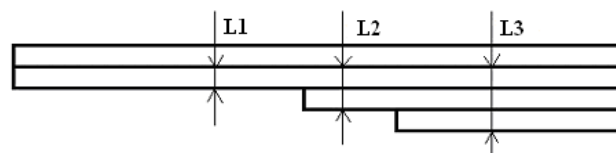
Теоретический раздел

Для проведения теоретических расчетов в качестве программного обеспечения были использованы программа ThermoCalc2D. Теоретическая модель исследования – цилиндр. С помощью программы были рассчитаны следующие данные для стеклопластика (объекта контроля), которые записаны в Таблице 1:

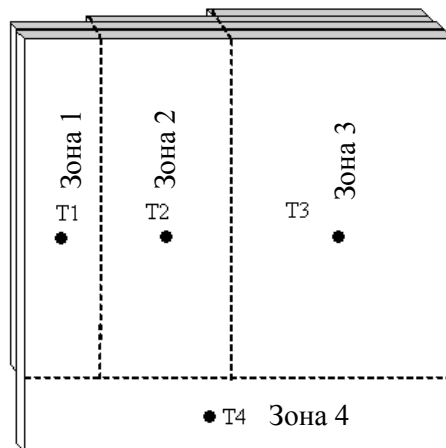
Таблица 1. «Характеристики температурного сигнала»

Толщина ОК d в указанных точках T_i (см. рис.1), мм	L=4, T1	L=6, T2	L=8, T3
Температурный сигнал dT , °C	0,067	0,065	0,056
Время появления максимума температуры сигнала t , с	18,225	18,525	18,699

На рисунке 1 показан ОК и размещение точек измерения температур.



а)



б)

Рис. 1. Объект контроля а) Профиль ОК, б) Размещение точек измерения температур

Таблица 2. «Значения температуры в бездефектной области ОК»

	T1', °C,	T2', °C,	T3', °C,	T4', °C,
Стеклопластик	41,37	41,29	41,19	41,41

Таблица 3. «Значения температуры в дефектной области ОК»

	T1, °C,	T2, °C,	T3, °C,	T4, °C,
Стеклопластик	41,26	41,29	41,19	41,41

Таблица 4. «Контраст ОК»

	C ₀ (T1)	C ₀ (T2)	C ₀ (T3)
Стеклопластик	0,0036	0,0029	0,0053

Расчет контраста проводился по следующей формуле:

$$C_0 = \frac{T4 - Ti}{T4}$$

Таблица 5. «Контраст ОК – влияние толщины материала под дефектом»

	C' (T1)	C' (T2)	C' (T3)
Стеклопластик	0,0027	0	0

Расчет контраста проводился по следующей формуле:

$$C' = \frac{Ti' - Ti}{Ti'}$$

Результаты теоретических исследований показывают, что для материалов с теплопроводностью от 0,1 до 10 Вт/м·К температурный сигнал имеет слабую зависимость от толщины материала под дефектом.

Эксперимент: односторонний контроль образца

Для проведения опыта по изучению зависимости глубины залегания дефекта от толщины изделия, была собрана экспериментальная установка, с помощью которой был проведен эксперимент и получены следующие данные, показанные в таблице 6.

Таблица 6. «Объект контроля с черным покрытием в два слоя»

Толщина ОК L в указанных точках T_i (см. рис.1), мм	L=4, T_1	L=6, T_2	L=8, T_3
Температурный сигнал dT, °C	1,3	1,63	1,45

Термограмма объекта контроля, по которой с помощью программы ThermoFit Pro были определены температурные сигналы:

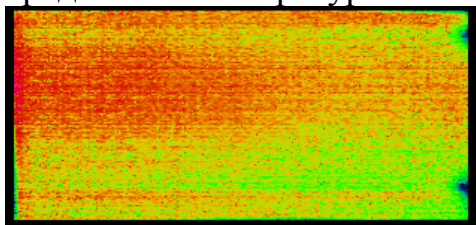


Рис. 3. Распределение температуры по образцу. Термограмма № 80

Значения температурных сигналов, полученные в эксперименте для данного покрытия показывают, что поверхность ОК необходимо покрыть слоем краски не менее, чем в два слоя, чтобы устранить влияние поверхности ОК на сигнал.

В таблице 7 показаны данные, которые были получены в определенных точках на поверхности (см. рис. 1,б) объекта контроля.

Таблица 7. «Данные в точках T0-T4»

	T0	T1	T2	T3
Температура, °C, 3 кадр	14,83	18,07	16,95	16,45
Температура, °C 80-ый кадр	1,3	1,63	1,45	1,27
Сигнал, °C, 3 кадр		3,24	2,12	1,62
Сигнал, °C, 80-ый кадр		0,33	0,15	-0,03
Контраст (3 кадр)		0,22	0,14	0,12
Контраст (80-ый кадр)		0,25	0,12	-0,02

Определение коэффициента теплопроводности данного образца

Для иллюстрации влияния изменения толщины материала под дефектом в исследуемом образце проведен эксперимент по определению его коэффициента теплопроводности.

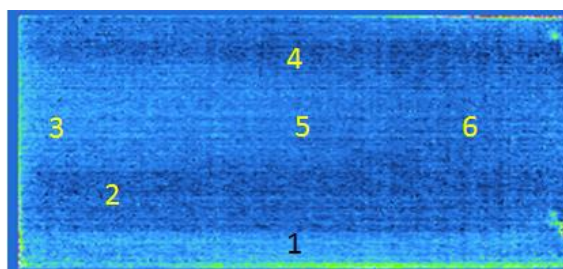


Рис.4. Объект контроля с точками исследования

Таблица 8. «Определение коэффициента температуропроводности»

№ п/п	1	2	3	4	5	6
$a, \text{м}^2/\text{с}$	$1,43 \cdot 10^{-7}$	$1,17 \cdot 10^{-7}$	$1,56 \cdot 10^{-7}$	$1,3 \cdot 10^{-7}$	$1,43 \cdot 10^{-7}$	$1,43 \cdot 10^{-7}$

Среднее квадратичное отклонение по точкам 3-5-6: $\sigma = 0,063 \cdot 10^{-7}$.

Расчеты показывают, что отклонение коэффициента температуропроводности меньше 1,5%, следовательно, влиянием толщины материала под дефектом можно пренебречь при его определении.

Дисперсия общая: $D = 0,0015 \cdot 10^{-13}$. Дисперсия по точкам 3-5-6: $D = 0,0004 \cdot 10^{-13}$.

Заключение

По полученным данным можно сделать следующие выводы о том, что экспериментальные и теоретические данные практически совпадают. Представленные данные несколько различаются по абсолютным значениям, что связано с тем, что неизвестна точная мощность ламп-вспышек и данный параметр в программах ThermoFit Pro и ThermoCalc2D стоит заданным по умолчанию. Данный эксперимент показывает, что изменение толщины ОК за дефектом при данных условиях практически не влияет на результаты. Однако следует иметь в виду, что при измерительных процедурах необходимо знать значение глубины залегания дефекта.

Список информационных источников

1. Виды и методы дефектоскопии. Классификация. Ультразвуковой, магнитный, вихретоковый, капиллярный методы дефектоскопии // [Электронный ресурс]. – URL: <http://gosnik.postach.io/60-vidy-i-metody-defektoskopii-klassifikatsiia-ultrazvukovoi-magnitnyi-vikhretokovy-kapilliarnyi-metody-defektoskopii> (дата обращения 05.01.2015)

2.Юношев М. А. ДЕФЕКТОСКОПИЯ // [Электронный ресурс]. Юношев М. А. Забурненко Е. В. (руководитель). – 2014. – URL: <http://www.scienceforum.ru/2014/pdf/6822.pdf> (дата обращения 05.01.2015)

3.Инфракрасная термография и тепловой контроль: научное издание/ Вавилов В. П.; редактор Клейзер В. П. – Москва: ИД Спектр, 2013. – 27, 91-93, 179 с.

БЕТАТРОН С ШИРОКИМ УГЛОМ РАСХОЖДЕНИЯ ПУЧКА ИЗЛУЧЕНИЯ

Руденков Д.Е.

*Томский политехнический университет, г. Томск
Научный руководитель: Касьянов С.В., к. т. н., с.н.с.
лаборатории разработки бетатронов*

Главной задачей неразрушающего контроля является изучение и анализ объектов без их деформации и разборки. Эту задачу можно решить с помощью радиометрических систем неразрушающего контроля на основе источников высокоэнергетического тормозного излучения. Одним из таких источников является бетатрон.

Бетатрон - это индукционный ускоритель электронов. Принцип его действия заключается в ускорении электронов по круговой орбите с помощью электрического поля, индуцируемого изменяющимся во времени магнитным потоком. В работе бетатрона, можно выделить три основных этапа: первый этап – это ввод пучка электронов в ускорительную камеру. Второй этап – ускорение электронов, при этом их энергия увеличивается. На третьем этапе производится смещение пучка электронов с равновесной орбиты на мишень. После попадания электронов в мишень, получается коротковолновое тормозное излучение.

Одним из самых важных применений бетатрона, для неразрушающего контроля, является его использование в досмотровых комплексах. Метод цифровой рентгенографии, используемый с помощью бетатронов, отличается высокой информативностью, основанная на возможности визуализации структуры объекта контроля, выявления, идентификации веществ недопустимых локальных вложений и определения их геометрического положения.

Для удобного и быстрого досмотра объекта, к досмотровым комплексам предъявляются определённые требования: пропускная

способность, качество получаемого изображения и допустимые геометрические размеры просматриваемых объектов. Показатели современных досмотровых систем можно улучшить с помощью модернизации бетатрона. Наряду с использованием высокоэффективных сцинтилляционных детекторов, есть способы повышения эффективности использования источника излучения с помощью повышения частоты следования импульсов излучения, оптимизации геометрических параметров источника излучения.

Характерной особенностью источников тормозного излучения является анизотропия углового распределения излучения. Производительность контроля существенным образом зависит от геометрических параметров используемого прибора. В бетатроне, из-за его геометрических размеров, угол излучения будет ограничен, что отрицательно влияет на допустимые геометрические размеры контролируемых объектов.

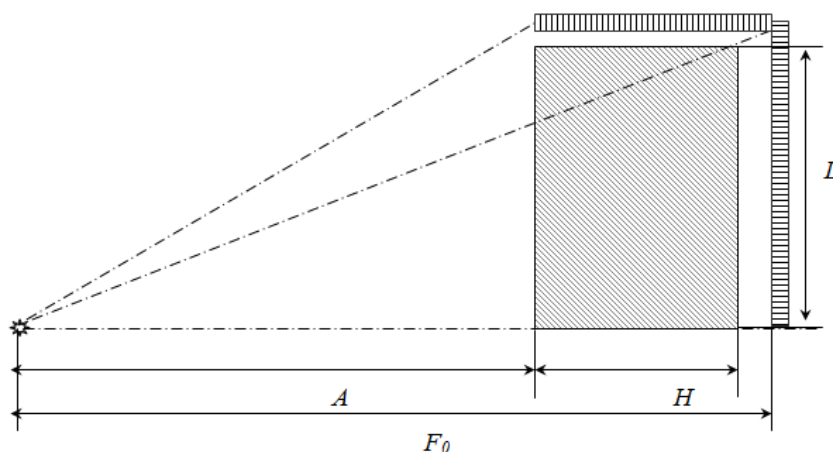


Рис. 1

На рис. 1 приведена типичная геометрическая схема контроля крупногабаритного объекта.

Для системы досмотрового контроля существует некоторое минимальное расстояние от источника излучения до объекта контроля. Объект сканируется расходящимся пучком тормозного излучения. В этой схеме минимальное значение фокусного расстояния (1) выбирают с учетом угла половинного ослабления.

$$F_0 = H \cdot \operatorname{ctg}(\alpha/2) \quad (1).$$

Для повышения эффективности использования пучка и повышения скорости контроля предлагается увеличить угол незатененного пучка излучения.

Для этого, можно повернуть электромагнит бетатрона таким образом, чтобы использовать пучок излучения, расходящийся не в вертикальной, а в медианной плоскости, т.е. в плоскости, находящейся между половинами электромагнита.

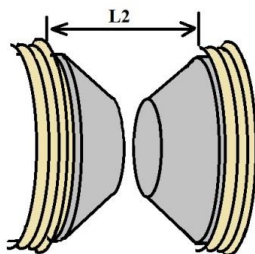


Рис. 2 Вариант модернизации магнитной системы бетатрона

Для реализации данного варианта изменения излучателя бетатрона необходимо добавить прокладку из немагнитного материала невысокой плотности в зазор между стойками обратного магнитопровода излучателя. Такой вариант расширения незатененного пучка влечет незначительное увеличение потерь в силовом контуре. В то же время, линейный размер фокуса в плоскости расхождения веерного пучка излучения становится на порядок меньше, что повысит резкость конечного изображения. Плоскость 2 (рис. 3), где находится точка встречи 1 ускоренных электронов с материалом мишени, должна совпадать медианной плоскостью 3, проходящей через место соединения верхней и нижней половин излучателя бетатрона.

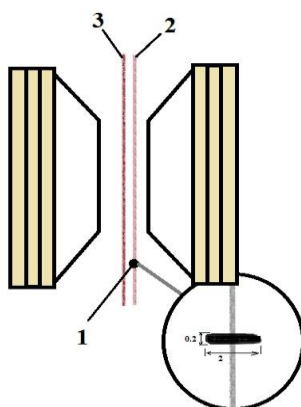


Рис. 3 Положение фокусного пятна 1 и медианной плоскости 3 в бетатроне с широким углом расхождения пучка излучения. 2 – плоскость орбиты ускорения

При данном варианте увеличения угла выхода незатененного излучения, изменения в конструкции бетатрона минимальны (см. рис.

2), но появляются серьёзные практические задачи, необходимые для создания и настройки такого типа излучателей – во - первых точное измерение положения плоскости, содержащей точку встречи ускоренных электронов с материалом мишени, во – вторых, необходимо разработать способы изменения положения этой плоскости, для совмещения её с медианной плоскостью излучателя.

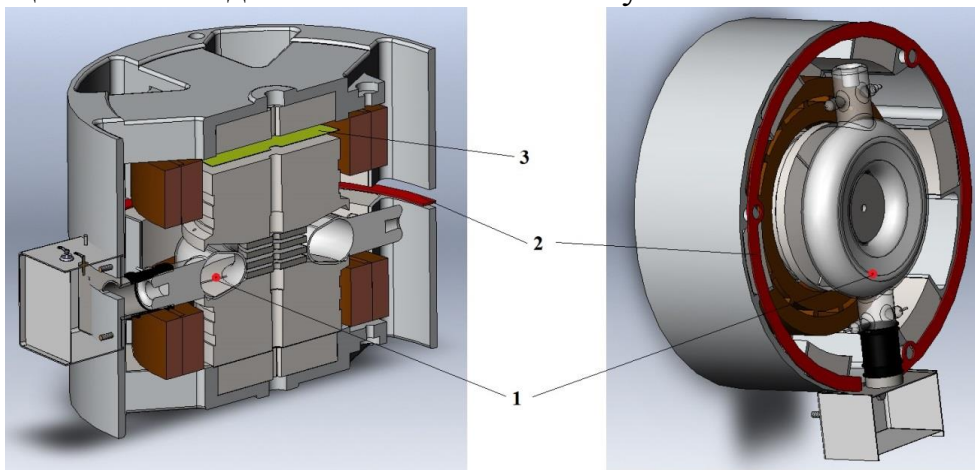


Рис. 4 Изменение конструкции излучателя для увеличения угла выхода тормозного излучения: 1 – мишень ускорительной камеры, 2 – зазор из немагнитного материала толщиной 2 мм, 3 - подкладки под полюса для смещения плоскости орбиты ускорения.

Таким образом, мы имеем возможность получить бетатрон с новыми возможностями при незначительном изменении конструкции излучателя. При положительных результатах экспериментов, мы получим бетатрон с практически неограниченным углом выхода излучения, высокой интенсивностью излучения и с компактными размерами. Подводя итог, можно сказать, что применение бетатронов в качестве источника излучения в досмотровых комплексах дает отличные результаты и имеет немало перспектив, а при использовании в мобильных вариантах подобных систем бетатроны являются оптимальным выбором.

Список информационных источников

- 1.Ogorodnikov S. A., Petrunin V. I., Vorogushin M. F. Experiments on material recognition for 8 MeV customs inspection system for truck and large-scale containers. In: Proceedings of the XX International Linac Accelerator Conference, 2000. - Monterey, California, USA
- 2.Воробьев В. А., Горбунов В. И., Покровский А. В. Бетатроны в дефектоскопии. - М.: Атомиздат, 1973. - 176 с.

З.Недавний О. И., Максименко Б. В., Осипов С. П. Учет пространственного распределения интенсивности тормозного излучения при проектировании многоканальных радиометрических систем контроля// Известия ВУЗов. Строительство и архитектура, 1993. - № 12, С. – 94-98

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНОГО НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКИ ГИДРОФИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ПОРИСТОГО ПОЛИВИНИЛФОРМАЛЯ ДЛЯ МЕДИЦИНСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Жук В.В.¹, Самбуева О.Б.¹, Спиридонова А.К.²

¹ООО «МедАзимут», г. Томск

²Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Нам И. Ф., к. т.н., доцент кафедры
промышленной и медицинской электроники.*

Введение

В настоящее время основная часть операций на территории РФ проходит с использованием гидрофильных расходных материалов, таких как вата, бинты, марля. Использование данных материалов имеет ряд недостатков. С одной стороны, с целью увеличения впитывающей способности приходится использовать большой объем материала (5-7 и более слоев), с другой, частицы перевязочного материала оставаясь в теле пациента могут представлять потенциальную опасность в плане гнойно-септических осложнений.

Для решения указанных проблем возникает необходимость в разработке материала, лишенного указанных недостатков. В настоящее время в международной клинической хирургии используются безворсные влагопоглощающие материалы на основе пористого поливинилформалья. Данная форма подобных материалов обеспечивает возможность точечного удаления биологических жидкостей, а также безболезненное введение турунд и тупферов в полости. Важным положительным свойством данных материалов является отсутствие ворсоотделения, что позволяет предотвратить попадание в операционную рану инородных ингредиентов.

Зависимо от способа получения пористого поливинилформалья можно получить материалы с разной проницаемостью, гибкостью и пористостью. Целью данной работы является подбор такой композиции,

которая позволит создать материал с высокой сорбционной и дренирующей способностями.

Экспериментальная часть

Экспериментальные образцы получали по следующей методике: водный раствор поливинилового спирта нагревали до температуры 80-90°C при постоянном механическом перемешивании, после чего в смесь добавляли холодный водный раствор крахмала. Полученное вещество охлаждали до температуры 30-40°C, продолжая процесс перемешивания, затем в полученный раствор вливали формалин и соляную кислоту, полученную массу выливали в стеклянную форму. Через сутки сформировавшийся материал с ячеистой структурой извлекали из формы и отмывали остатки вводимых модифицирующих компонентов и затем высушивали при помощи леофильной сушики.

Для данного исследования опытным путем были подобраны три пробные композиции. Данные по составу образцов представлены в таблице 1.

Состав экспериментальных образцов.

Таблица 1.

Номер образца	Кол-во поливинилового спирта, г	Кол-во соляной кислоты, г	Кол-во формалина, мл	Кол-во воды, мл	Кол-во крахмала, мл
Образец 1	7	5	14	70	6
Образец 2	7	5	6	75	2
Образец 3	7	5	14	75	-

Определение физико-химических свойств полученных материалов материалов в сравнении с медицинской ватой.

1. Определение содержания коротких волокон (меньше 5 мм) и пыли.

От общей пробы отбирается небольшая часть материала. Каждая часть делится на отдельные кусочки над черным картоном 5 раз подряд. Образовавшиеся на черном картоне короткие волокна длиной 5 мм и пыль собирается и определяется наличие коротких волокон и пыли

2. Определение поглощающей способности.

Берутся три навески материала, равномерно распределяя их на дне воронок, закрытых снизу пробками. Далее образцы заливаются водой. Через 15 минут пробки снимаются и, после того как вода стечет (2-3 мин), образцы материала переворачиваются на другую сторону, чтобы дать возможность не связанной с материалом воде стечь на протяжении 10 минут. После этого образцы взвешиваются и находится масса поглощенной воды

$$K = n / m ;$$

где n-масса поглощенной воды образцом, в граммах;

m-масса образца, в граммах;

K-коэффициент поглощающей способности

3. Определение реакции водной вытяжки.

От общей пробы отбирается образец массой в 10 г, , заливается 200-250 мл дистиллированной воды и кипятятся на протяжении 15 мин. Потом образец отжимается, вода фильтруется и охлаждается. Реакция водной вытяжки определяется лакмусом.

Результаты и обсуждение.

В результате были получены три твердых пористых образца (рис.1). Все три образца не содержат коротких волокон и пыли. Имеют твердую форму и не осыпаются. В отличие от них медицинская вата содержит 0.33% [1] коротких волокон и хлопковой пыли.

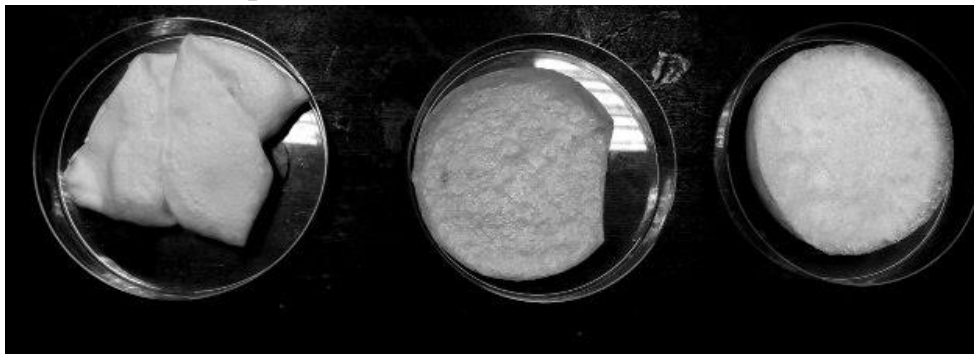


Рис. 1. Полученные образцы материалов.

В таблице 2 приведены коэффициенты поглощающей способности полученных образцов в сравнении с медицинской ватой.

После контакта с водой все три образца впитали возможное количество жидкости и приобрели более гибкую форму. По полученным результатам можно сделать вывод, что образец 3, в котором не использовался крахмал, показал наилучшую поглощающую способность, в сравнении с другими образцами. Образец 3 отличается отсутствием порообразующего компонента – крахмала. Предполагается, что в данном образце поры формировались за счет большей разницы соотношения элементов относительно воды.

Таблица 2. Определение поглощающей способности образцов в сравнении с хирургической ватой

	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Вата медицинская
Исходный вес материала (грамм)	0,194	0,368	0,113	0,110
Вес после 15 минут в	0,775	1,045	0,552	1,223

воде				
К-поглощающая способность	3,995	2,84	4,885	11,119

Все три образца, как и медицинская вата, показали нейтральную реакцию водной вытяжки, что соответствует требованиям государственного стандарта [1].

Выводы.

В работе были исследованы три образца материала из поливинилового спирта. Проведенное исследование безворсного влагопоглощающего материала не показало каких – либо отклонений от утвержденных нормативов. На данной стадии разработки все образцы получились твердыми, но не хрупкими, гигроскопичными, обладают капиллярностью и смачиваемостью, имеют нейтральную реакцию водной вытяжки и определенный процент влажности, не обладают запахом.

При сравнении образца 1 и 2, можно сделать вывод, что образец 1, содержащий большее количество крахмала, имеет большую поглощающую способность. Основным недостатком в технологии с применением крахмала является процесса вымывания данного вещества из готового материала. Этот процесс является энергозатратным и занимает большое количество времени, кроме того, вымыть его из микропористой структуры материала практически невозможно.

Было установлено, что образец 3 не имеющий в составе крахмала показал лучшую поглощающую способность, среди всех образцов.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что разработка безворсного влагопоглощающего материала на основе пористого поливинилформаль без порообразующего компонента (крахмала) является перспективным направлением.

Список информационных источников

1.Е.П.Панкратов, А.Н.Гришина, Л.В.Храпалова ГОСТ 5556-81 Вата медицинская гигроскопическая. Технические условия. Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 12.08.81 N 3813 .

2.Лабораторные методы исследования в клинике: Справочник / под ред. В.В. Мельникова.– М. : Медицина, 1987. – С. 106–125.

3.Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ / под ред. Р.У. Хабриева. – М. : Медицина, 2005. – 832 с.

МНОГОФАЗНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ДЛЯ МОЩНОГО ПРОЦЕССОРА

Суслук Е.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Огородников Д.Н., к.т.н., доцент кафедры
промышленной и медицинской электроники*

В настоящее время на отечественном рынке не существует многофазных источников питания для мощных микропроцессоров российского производства. Существуют только зарубежные аналоги.

Микропроцессоры являются самыми мощными потребителями энергии в современных компьютерах. Ток потребления современного микропроцессора может достигать величины нескольких десятков ампер. Качество питающего напряжения микропроцессора является важнейшим фактором, определяющим стабильность работы всей системы.

На энергопотребление микропроцессоров наибольшее влияние оказывают два фактора: увеличение количества транзисторов на кристалле микропроцессора и повышение его тактовой частоты. Основное потребление энергии КМОП-транзисторы осуществляют в момент его включения, и, естественно, что чем чаще транзисторы переключаются, тем большее количество энергии они потребляют. Кристалл процессора начинает сильно разогреваться, что приводит к значительному ухудшению процессов переключения транзисторов и способно вывести их из строя. При этом решить проблему исключительно путем теплоотвода не удастся.

Все это вынуждает производителей снижать питающее напряжение микропроцессоров (напряжение питания его ядра). На сегодняшний день известны процессоры, которые могут работать при питающем напряжении всего +0.5 В.

Основная проблема состоит в том, что такие низкие напряжения не вырабатываются системным источником питания. Таким образом, на системной плате должен появиться собственный регулятор напряжения, способный понизить «высоковольтные» напряжения до уровня, необходимого для питания ядра процессора.

Необходимо отметить, так как мощность, потребляемая процессорами, является достаточно большой, то преобразование напряжения необходимо осуществлять только импульсным методом. Линейное преобразование не способно обеспечить достаточно высокий

КПД на такой мощности, и будет приводить к значительным потерям, а, следовательно, и к нагреву элементов преобразователя. Импульсное преобразование позволяет получить эффективный и экономичный источник питания с небольшими габаритами и с приемлемой стоимостью исполнения. Таким образом, на системной плате находится импульсный преобразователь напряжения понижающего типа (Step Down DC-DC Converter).

Базовая схема понижающего преобразователя постоянного тока представлена на рис. 1.

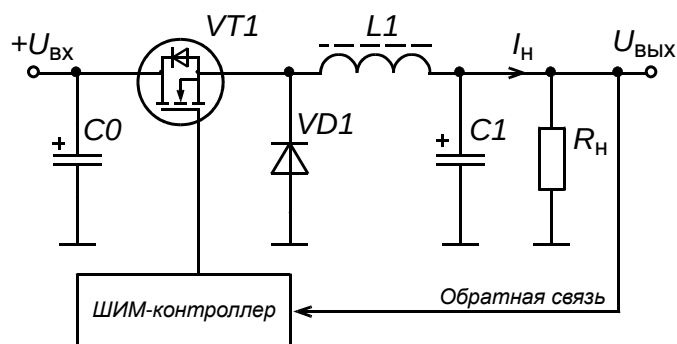


Рис. 1. Базовая схема понижающего преобразователя постоянного тока

Однако в работе практических схем возникают проблемы. Дело в том, что большинство диодов не обладает достаточным быстродействием, а также имеют относительно большое сопротивление открытого р-п перехода. При больших токах, все это приводит к значительным потерям, сильному разогреву диода VD1, всплескам напряжения и к возникновению обратных (сквозных) токов через диод при переключениях транзистора VT1. Именно поэтому вместо диода VD1 стали использовать еще один транзистор – VT2 (см. рис. 2).

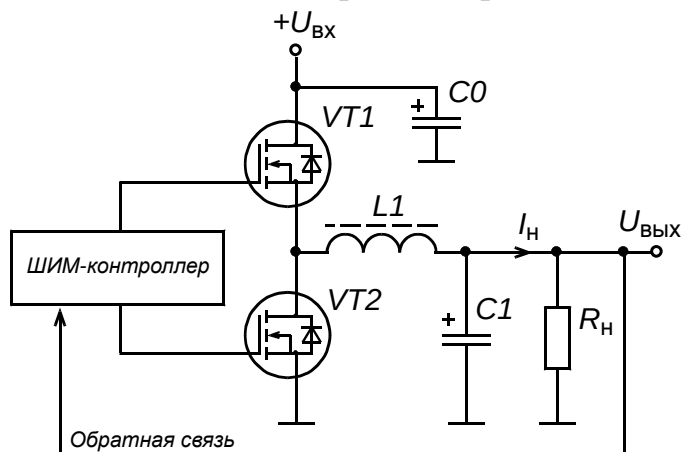


Рис. 2. Схема понижающего преобразователя напряжения с двумя транзисторами

От базовых технологий построения импульсных регуляторов напряжения перейдем к рассмотрению практических схем их реализации.

Уже достаточно давно производители элементной базы начали выпуск специализированных микросхем, предназначенных для построения импульсных регуляторов напряжения системных плат персональных компьютеров [1]. Можно выделить три типа микросхем, использующихся в регуляторах напряжения системных плат, предназначенных для питания ядра процессора:

- основной контроллер (Main Controller), который ещё называют ШИМ-контроллером (PWM-Controller) или регулятором напряжения (Voltage Regulator);

- драйвер управления МОП-транзисторами (Synchronous-Rectifier MOSFET Driver);

- комбинированный контроллер, совмещающий в себе функции и ШИМ-контроллера, и драйвера МОП-транзисторов.

С учетом разновидности используемых микросхем, в современных системных платах мы можем встретить два основных варианта построения импульсных регуляторов напряжения для питания ядра процессора.

I вариант. Этот вариант характерен для применения в системных платах начального уровня, отличающихся невысокой производительностью, т.е. он, чаще всего, применяется на системных платах, в которых не предусмотрено использование высокопроизводительных и мощных процессоров. В этом варианте управление силовыми транзисторами преобразователя осуществляется микросхемой комбинированного контроллера.

II вариант. Этот вариант характерен для системных плат, предназначенных для работы с высокопроизводительными процессорами. Регулятор напряжения делают многоканальным. Наличие нескольких каналов позволяет уменьшить величину тока каждого канала, т.е. уменьшить токи, коммутируемые МОП-транзисторами.

Данный вариант регулятора характеризуется использованием двух типов микросхем: главного ШИМ-контроллера и драйверов МОП-транзисторов. Синхронное управление МОП-транзисторами осуществляется драйверами, каждый из которых может управлять как одной, так и двумя парами транзисторов. Драйвер обеспечивает противофазное переключение транзисторов в соответствии с входным

сигналом, который определяет частоту переключения и время открытого состояния транзисторов.

Управления всеми драйверами, осуществляет главный контроллер (Main Controller), к основным функциям которого можно отнести:

- формирование импульсов для управления драйверами МОП-транзисторов;
- изменение ширины этих управляющих импульсов с целью стабилизации выходного напряжения регулятора;
- контроль величины выходного напряжения регулятора;
- обеспечение токовой защиты МОП-транзисторов;
- считывание состояния сигналов идентификации питающего напряжения процессора (VIDn).

При использовании многоканальных регуляторов напряжения можно отметить несколько проблем, которые приходится решать разработчикам системных плат. Каждый канал представляет собой импульсный регулятор, который, переключаясь с высокой частотой, создает на своем выходе импульсы тока. Эти импульсы, естественно, должны сглаживаться, и для этого используются электролитические конденсаторы и дроссели. Но дело в том, что из-за большой токовой нагрузки, емкости конденсаторов и индуктивности дросселей, все-таки, не хватает для создания действительно постоянного напряжения, в результате чего, на шине питания процессора наблюдаются пульсации.

Причем от этих пульсаций не спасает ни увеличение количества конденсаторов, ни увеличение емкости конденсаторов и индуктивности дросселей, ни увеличение частоты преобразования. Такие пульсации напряжения способны привести к нестабильной работе процессора.

Выход из проблемы найден в использовании многоканальной, а точнее многофазной архитектуры регулятора напряжения [1, 2]. Но только лишь использованием нескольких параллельных входных каналов решить проблему, все равно, не удастся. Необходимо сделать так, чтобы ключи разных каналов переключались с фазовым смещением, т.е. они должны открываться поочередно. Это позволит сделать так, что каждый канал будет поддерживать выходной ток регулятора в строго отведенный период времени, и, при равномерном на периоде распределении интервалов потребления тока, сглаживающие конденсаторы будут подзаряжаться практически постоянно.

На практике рассчитан четырех-канальный источник питания, понижающий входное напряжение 12 В до уровня $1.3 \text{ В} \pm 1\%$, номинальной выходной мощностью 100 Вт при частоте работы преобразователя 20 кГц. Такая частота обусловлена особенностями

работы ШИМ-регулятора схемы, который реализован на микроконтроллере STM-32F4 – DISCOVERY, при этом минимальное время импульса на выходе микроконтроллера составило 200 нс. Для стабилизации выходного напряжения применен ПИД-регулятор, в настоящее время заканчивается написание программы для микроконтроллера. Особенностью схемы является то, что ППН ячейки реализованы на базе базовой схемы понижающего преобразователя постоянного тока (с обратным диодом).

Список информационных источников

1. Регуляторы напряжения для питания современных процессоров семейства Intel Pentium и процессоров AMD [Электронный ресурс] / Мир периферийных устройств ПК, технический журнал для специалистов сервисных служб – Электрон. дан. – 2011 – Режим доступа: <http://www.mirpu.ru/motherboard/81-2011-02-12-20-10-05/153--intel-pentium-amd.html>, свободный. – Загл. с экрана. — Яз. рус.

2. Огородников Д.Н., Ярославцев Е.В. Формирователь синусоидального напряжения на основе параллельного резонансного инвертора с многоканальным входным звеном // X Юбилейная международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых учёных “Современные техника и технологии”, посвященная 400-летию г. Томска, 29 марта – 2 апреля 2004 г. Труды. В 2-х т. – Томск: Изд-во Томского политехн. ун-та, 2004. – Т. 1. – С. 110-112.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИХРЕТОКОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВНУТРЕННЕГО ДИАМЕТРА ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ ТРУБ

Чжун Ян

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Гольдштейн А.Е., д.т.н., профессор кафедры
информационной и измерительной техники*

Для обеспечения надежности при эксплуатации различных электропроводящих труб необходимо контролировать в процессе производства и эксплуатации различные параметры. При широком использовании электропроводящих труб в промышленности и в бытовой сфере возникает задача контроля внутреннего диаметра труб.

Для измерения внутреннего диаметра электропроводящих труб используется накладной трансформаторный вихретоковый преобразователь (НТВТП), конструкция которого показана на рис. 1.

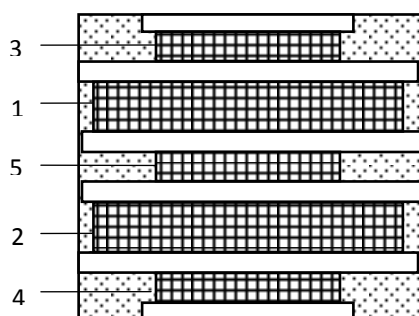


Рис. 1. Конструкция накладного трансформаторного вихретокового преобразователя

Переменным током, протекающим через последовательно соединенные и согласно включенные обмотки возбуждения 1 и 2, создается переменное магнитное поле, наводящее вихревые токи в поверхностном слое контролируемой трубы. Измерение индуцированных вихревых токов осуществляется с помощью измерительных обмоток 3 и 4. Обмотка 5 используется для компенсации начальных напряжений измерительных обмоток.

Задача измерения внутреннего диаметра трубы, по сути, сводится к классической для вихретокового метода контроле задаче измерения зазоров между накладным вихретоковым преобразователем (ВТП) и поверхностью электропроводящего объекта. В данном случае измерение внутреннего диаметра заключается в том, что измерительная обмотка 3 измеряет зазор h_1 , а измерительная обмотка 4 измеряет зазор h_2 . В конце суммируются измеряемые значения зазоров h_1 , h_2 и длина НТВТП h_0 для определения внутреннего диаметра трубы. Принцип измерения показан на рис. 2.

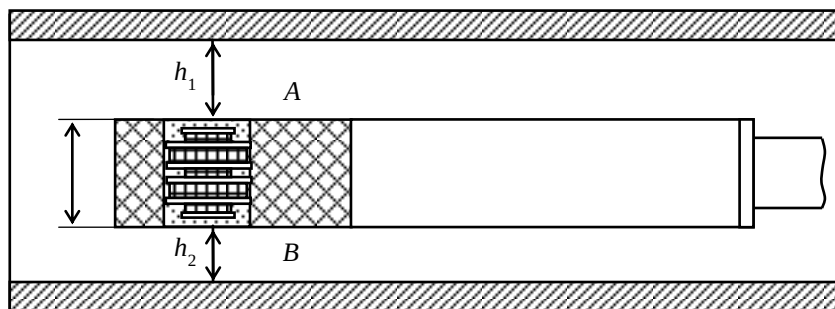


Рис. 2. Принцип измерения внутреннего диаметра трубы.

При математическом моделировании использован НТВТП длиной 16мм и применены трубы с внутренними диаметрами 17мм, 18мм, 19мм. Известно что комплексное вносимое напряжение двухобмоточного ВТП определяется выражением [1]:

$$\dot{U}_{\text{ВН}} = j\mu_0 W_{\text{В}} W_{\text{И}} \omega I R \pi \int_0^{\infty} \varphi_{\text{ОК}} \cdot \exp(-xh^*) \cdot J_1(x \frac{R_{\text{В}}}{R_{\text{И}}}) \cdot J_1(x \frac{R_{\text{И}}}{R_{\text{В}}}) dx, \quad (1)$$

где $j = \sqrt{-1}$ – мнимая единица; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$ – магнитная постоянная; $w_{\text{И}}, w_{\text{В}}$ – количество витков возбуждающей и измерительной обмоток; $\omega = 2\pi f$ – круговая частота; f – частота возбуждающей обмотки; $R = \sqrt{R_{\text{В}} R_{\text{И}}}$ – эквивалентный радиус двух обмоток ВТП; $R_{\text{В}}, R_{\text{И}}$ – средние радиусы возбуждающей и измерительной обмоток; $h^* = (h_{\text{В}} + h_{\text{И}})/R$ – обобщенный параметр, характеризующее расстояние между центрами обмоток ВТП и поверхностью объекта контроля; $h_{\text{И}}, h_{\text{В}}$ – расстояния от центра соответствующих обмоток ВТП до внешней поверхности объекта контроля; J_1 – функция Бесселя первого рода первого порядка.

С использованием преобразованного выражения (1), при высокой частоте $f=150$ кГц, $\Phi_{\text{ОК}}=1$, теоретически рассчитали для каждой измерительной обмотки вносимое напряжение от изменения зазора между НТВТП и внутренней поверхностью трубы выражениями [2]:

$$\begin{aligned} U_{\text{ВН1}} &= U_{\text{ВН31А}} + U_{\text{ВН31В}} + U_{\text{ВН32А}} + U_{\text{ВН32В}} - U_{\text{ВН51А}} - U_{\text{ВН51В}} - U_{\text{ВН52А}} - U_{\text{ВН52В}}, \\ U_{\text{ВН2}} &= U_{\text{ВН41А}} + U_{\text{ВН41В}} + U_{\text{ВН42А}} + U_{\text{ВН42В}} - U_{\text{ВН51А}} - U_{\text{ВН51В}} - U_{\text{ВН52А}} - U_{\text{ВН52В}}, \end{aligned} \quad (2)$$

результаты расчета вносимого напряжения от изменения зазора, показаны на рис. 3.

На рис. 3 видно что начальные вносимые напряжения для обеих измерительных обмоток одинаковы. Это объясняется тем, что измерительные обмотки расположены симметрично.

Для нормирования значений вносимого напряжения $\dot{U}_{\text{ВН}}$ использовано максимальное значение вносимого напряжения $\dot{U}_{\text{м}}$, соответствующее значениям зазоров $h_1=0$ и $h_2=0$ [2]. Тогда относительное вносимое напряжение для измерительной обмотки определяется формой:

$$\dot{U}_{BH}^* = \dot{U}_{BH} / \dot{U}_m \quad (3)$$

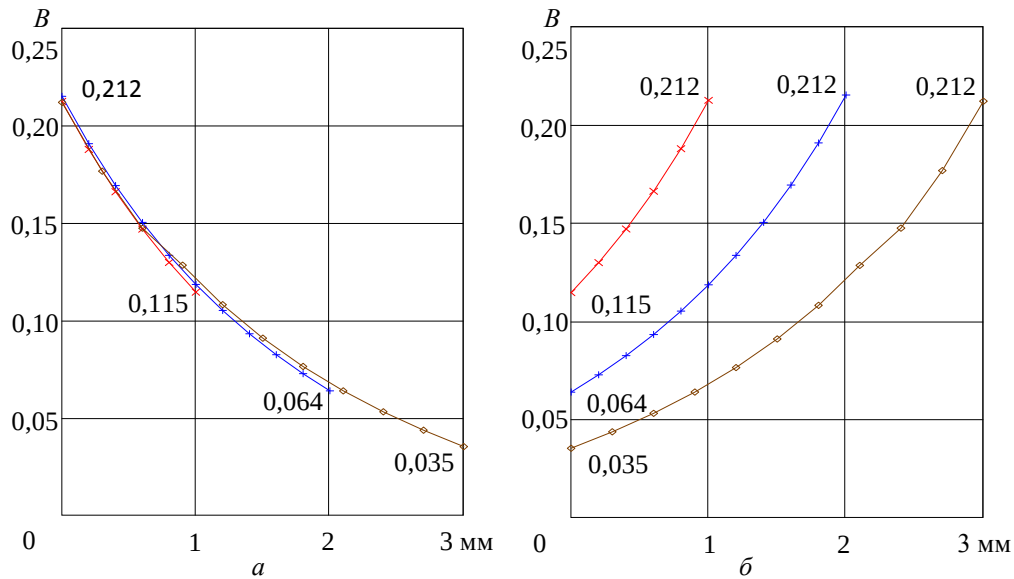


Рис. 3. Расчетные вносимые напряжения в:
 a – измерительной обмотке 3 от изменения зазора h_1
 b – измерительной обмотке 4 от изменения зазора h_2 .

При использовании выражения расчета относительного вносимого напряжения (3). Получены зависимости расчета относительного вносимого напряжения от изменения зазора, показаны в рис. 4.

По результатам расчета относительного вносимого напряжения

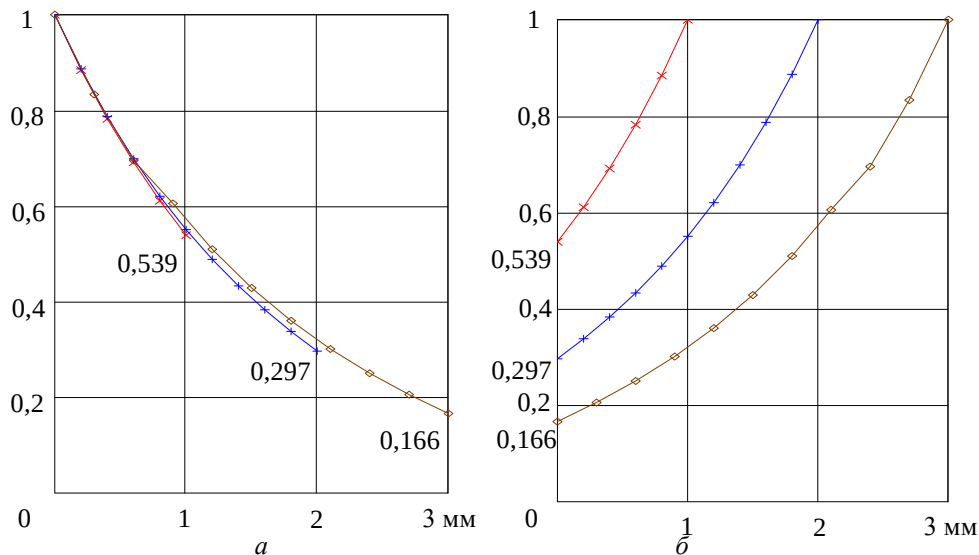


Рис. 4. Относительное вносимое напряжение в:
 a – измерительной обмотке 3 от изменения зазора h_1
 b – измерительной обмотке 4 от изменения зазора h_2 .

можно определить внутренний диаметр трубы с помощью выражения:

$$D=h_0+K\cdot(\ln A_1+\ln A_2), \quad (4)$$

где K – коэффициент усиления, зависящего от свойства трубы. A_1 , A_2 – соответствующие амплитуды относительного вносимого напряжения измерительных обмоток 3 и 4. Результаты расчета показаны на рис. 5.

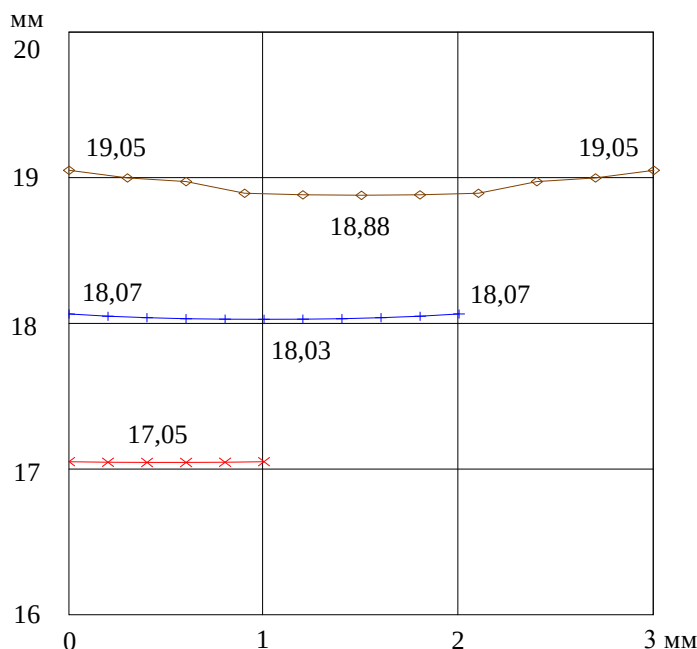


Рис.5. Расчетные внутренние диаметры труб.

На рис 5 видно что расчетные внутренние диаметры труб очень близки к моделированным значениям. Также заметно что погрешность расчета увеличивается при возрастании разности между диаметром трубы D и длиной НТВТП h_0 . Поэтому максимальная погрешность получилась при расчете внутреннего диаметра 19мм на 0,12мм, т.е. максимальная относительная погрешность составляет 0,63%.

В общем можно сказать что результаты моделирования достаточно хорошие. Применяемые выражения (1), (2), (3) и (4) с высокой точностью рассчитываются при небольшой разности между диаметром трубы D и длиной НТВТП h_0 . Тип данного НТВТП будет хорошо работать в эксперименте и в эксплуатации.

Список информационных источников

1. Неразрушающий контроль. Справочник / под ред. В.В. Ключева: в 7 томах. Т 2: в 2-х кн.: Кн. 1: Контроль герметичности. Кн. 2: Вихретоковый контроль. – М.: Машиностроение, 2003. – 688 с.

2. Гольдштейн А.Е., Булгаков В.Ф. Контроль внутреннего диаметра труб вихретоковым методом. – Дефектоскопия, 2013, № 11, с. 51 – 58.

РАЗРАБОТКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ МЕДИКАМЕНТОЗНОГО РАСТВОРЕНИЯ КОНКРЕМЕНТОВ ЖЕЛЧНОГО ПУЗЫРЯ

Юношев А.Н.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Киселева Е.Ю., к.т.н., доцент кафедры
промышленной и медицинской электроники*

В настоящее время желчнокаменная болезнь стала настолько распространенной, что согласно данным медицинской статистики количество хирургических вмешательств по данному поводу стало превышать количество операций при остром аппендиците. Суть заболевания заключается в том, что в желчном пузыре под воздействием некоторых причин начинает происходить сгущение желчи и образование камней (конкрементов).

В 80% всех случаев камни желчного пузыря состоят из холестерина, и они образуются при перенасыщении желчи этим веществом. Развитию заболевания нередко предшествует дискинезия желчевыводящих путей (следствием которой является застой желчи) и наличие воспалительного процесса (холангит, холецистит). Болезнь развивается на фоне воспаления желчевыводящих путей, нарушения обмена веществ, застоя желчи в желчном пузыре. Сахарный диабет, дисбактериоз, инфекционные заболевания пищеварительного тракта (хеликобактериоз, гепатит, брюшной тиф, сальмонеллез и др.) также способствуют возникновению желчнокаменной болезни. [1]

Лечить желчнокаменную болезнь можно терапевтически (без операции) и хирургически. Как правило, лечение начинают с терапевтических методов.

Растворение камней в желчном пузыре с помощью специальных препаратов (урсодезоксихолевой и хенодезоксихолевой кислот). Метод применяется только в случае единичных небольших (до 2 см) холестериновых (рентгеноотрицательных) камней, при отсутствии противопоказаний. Курс лечения длится 1-1,5 года (достаточно долгий и затратный). Через несколько лет более чем у половины больных вновь образуются камни.

Экстракорпоральная ударно-волновая литотрипсия (ЭУВЛ).

Сущность метода заключается в разрушении желчных камней ударной волной, воспроизводимой специальным устройством [2]. Ударная волна строго фокусируется на желчный пузырь, под ее влиянием происходит дробление камней на мелкие фрагменты и песок, которые в ряде случаев вместе с желчью выходят в двенадцатиперстную кишку. Несмотря на простоту выполнения такого способа лечения и его малую травматичность эффективность лечения остается даже на сегодняшний день очень низкой. Это связано с тем, что не все конкременты поддаются дроблению. В 10-30% случаев фрагменты разрушенных камней бывают крупными и не могут выйти через естественное отверстие холедоха. В таком случае они могут ущемиться в шейке желчного пузыря и привести к выраженному приступу печеночной колики, либо застрять в холедохе и нарушить отток желчи в двенадцатиперстную кишку, что приведет к развитию механической желтухи. Оба эти состояния требуют немедленной госпитализации в хирургический стационар.

Контактное растворение желчных камней. Этот способ лечения заключается в том, что в желчный пузырь с помощью пункции (прокола) вводится катетер. Через трубочку-катетер в желчный пузырь вводят вещество, которое является очень сильным растворителем холестерина. Это вещество при контакте с холестриновым камнем может полностью растворить его за несколько часов. Следует иметь в виду, что такой способ лечения в настоящее время находится только на начальном этапе изучения, отдаленные результаты его неизвестны. В России (как и в США) этот метод лечения не имеет официального одобрения Министерством Здравоохранения и может применяться только в специализированных научных учреждениях.

Лапаротомическая холецистэктомия - представляет собой операцию, при которой производят разрез брюшной стенки для получения доступа к желчному пузырю с последующим его удалением. Такой метод хирургического вмешательства является наиболее травматичным и в последнее время используется только в экстренных случаях, когда больной находится в тяжелом состоянии, и для спасения его жизни необходима срочная операция. Лапаротомический способ удаления желчного пузыря имеет множество недостатков, в том числе и развитие послеоперационных осложнений (спаечный процесс, послеоперационное кровотечение, септические осложнения, повреждения смежных органов во время операции).

Лапароскопическая холецистэктомия - иной метод хирургического лечения. Через небольшой разрез на брюшной стенке в брюшную полость вводят лапароскоп с видеокамерой, позволяющей визуально контролировать весь оперативный процесс. Через остальные два отверстия вводят инструменты для выполнения оперативного вмешательства. Для обеспечения рабочего пространства и достаточного обзора в брюшную полость вводится под определённым давлением углекислый газ. Возросшее по этой причине давление в венозной системе большого круга кровообращения, а также давление на диафрагму ухудшают условия для сердечной деятельности и дыхания. Кроме того, лапароскопия неприменима в неясных случаях, когда может возникнуть необходимость изменения плана операции по ходу её выполнения в зависимости от выявленных патологических изменений.

Имеющиеся в настоящее время способы лечения желчнокаменной болезни имеют целый ряд недостатков: побочные эффекты, осложнения, дороговизна, неготовность людей лечь под нож (для инвазивных методов).

Нами было предложено новое, комбинированное лечение, которое позволит интенсифицировать действие пероральной литолитической терапии путем использования ультразвука терапевтической интенсивности.

Действие ультразвуковых волн на конкременты желчного пузыря будет стимулироваться приёмом препарата Урсосан (Ursosan). Совмещение методик позволит добиться отличного результата в растворении камней, а именно: значительно сократить время их растворения и избежать типичных осложнений.

Для валидации методики ультразвуковой интенсификации медикаментозного растворения конкрементов желчного пузыря нами была разработана статическая модель, на которой были проведены исследования по воздействию ультразвука на процесс медикаментозного растворения.

Для этого использовались латексная оболочка (вместо свиного желчного пузыря), свиная желчь, свиная печень, свиная кожа, мышечная ткань с жировой прослойкой и конкремент желчного пузыря человека, удаленный хирургическим путем (рис. 1).

В латексную оболочку помещался конкремент, 250 мг урсодезоксихолевой кислоты и 50 мл свиной желчи. Далее все это помещалось в свиную печень и сверху накрывалось свиной кожей с жировой прослойкой.



Рис 1. Разработанная статическая модель для проведения экспериментов

На поверхность кожи в области желчного пузыря, где располагался конкремент, подводилось УЗ воздействие ультразвуковым терапевтическим аппаратом УЗТ-1.07Ф.

Исследования были проведены в непрерывном режиме работы аппарата с интенсивностями воздействия 0,1-0,4 Вт/см².

Через каждые 30 минут воздействия проводились измерения следующим образом: ультразвуковое воздействие отменялось, желчный пузырь с конкрементом извлекался из оболочки. Для улучшения ультразвукового контакта пузырь помещался в химический стакан с водой, и проводились измерения линейных размеров конкремента с помощью портативного ультразвукового сканера SonoScape SSI-600.

Всего было исследовано 30 камней различного диаметра:

- при интенсивности воздействия 0,1 Вт/см² – 10 конкрементов;
- при интенсивности 0,2 Вт/см² – 6 конкрементов;
- при интенсивности 0,3 Вт/см² – 6 конкрементов;
- при интенсивности 0,4 Вт/см² – 5 конкрементов;
- при интенсивности 0,5 Вт/см² – 3 конкремента.

Также были проведены исследования с использованием чисто ультразвукового и чисто медикаментозного воздействия.

Данные проведенных исследований представлены на рис. 2.

Как видно из графика (рис. 2), наибольшая скорость растворения конкрементов наблюдается на интенсивности излучения 0,5 Вт/см². Однако при данной интенсивности наблюдалось термическое воздействие на элементы модели, что является недопустимым. Таким образом, оптимальное растворение конкрементов в данном эксперименте наблюдалось при интенсивности воздействия 0,4 Вт/см².

Поскольку аппарат для ультразвуковой терапии УЗТ-1.07Ф работает только на одной частоте генерации ультразвуковых колебаний (880 кГц), для выявления наиболее оптимальной частоты воздействия и интенсивности излучения необходимо разработать собственный ультразвуковой генератор. Задача генератора –

вырабатывать колебания от 150 кГц до 1 МГц с плавной регулировкой частоты и соответствующим широкополосным пьезоэлектрическим датчиком. Решение данной проблемы обеспечит все необходимые условия для исследований, что в итоге позволит применять его на живых организмах.

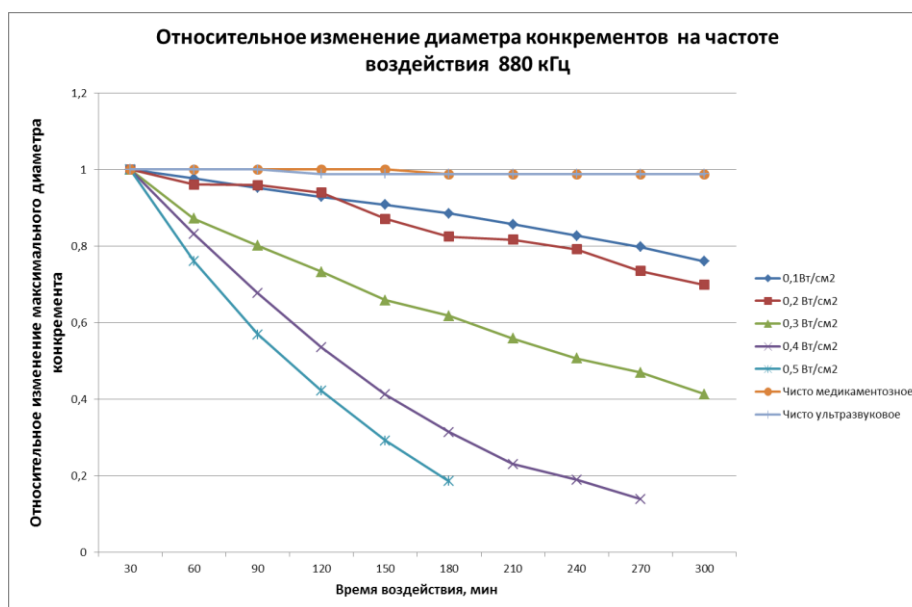


Рис.2 Относительное изменение конкрементов на частоте воздействия 880 кГц

Список информационных источников

1. Ветшов П.С. Желчнокаменная болезнь и холецистит // Клинические перспективы гастроэнтерологии, гепатологии. – 2005. - №1. – с.26-23
2. Акопян В.Б., Ершов Ю.А. Основы взаимодействия ультразвука с биологическими объектами. М.: Издательство МГТУ, 2005. – 224 с.

ПРИБОР И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КРУГЛОСТИ ДЕТАЛЕЙ

Яловой О.А., Захаров О.В.

*Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А., Саратов*

*Научный руководитель: Захаров О.В., д.т.н. профессор кафедры
«Проектирование технических и технологических комплексов»*

Различные требования к точности, производительности и условиям контроля привели к созданию множества методов и средств

измерения, каждый из которых не может быть универсальным и имеет свою рациональную область применения. На практике для контроля круглости наибольшее применение получили кругломеры, координатно-измерительные машины (КИМ) и приборы с двух- и трехточечным контактом [1]. Кругломеры и КИМ имеют высокую стоимость, требуют высококвалифицированного обслуживания и специальной организации рабочего места. Поэтому они преимущественно применяются в центральных метрологических лабораториях предприятий. В цеховых условиях получили распространение приборы с двухточечным контактом (скобы, микрокаторы) или трехточечным контактом (комбинации призм и датчиков линейных перемещений).

Сущность бесцентрового метода измерения состоит в том, что деталь вращается и опирается на базирующие поверхности призмы непосредственно измеряемой поверхностью, а датчик линейных перемещений фиксирует совокупное проявление круглости и отклонения от соосности. Это приводит к возникновению систематической погрешности измерений, часто достигающей до 100 % [2, 3].

Известные попытки минимизировать методическую погрешность на основе конструктивных решений прибора и разработки специальных методик обработки результатов измерения позволили лишь частично решить проблему [4, 5]. Основная трудность заключается в создании математической модели измерения высокой степени адекватности. Поэтому разработана новая модель бесцентрового измерения, использующая численные методы и гармонический анализ. С помощью нее выполнено моделирование и обоснована реальная возможность минимизации систематической погрешности измерения на основе создания информационно-измерительного комплекса, использующего адаптивную наладку.

Математическое описание процесса измерения рассматривается в три этапа: нахождение центра средней окружности профиля детали после базирования, определение радиусов измеренных датчиком точек профиля, расчёт круглости по измеренным точкам. На основе математической модели бесцентрового измерения разработаны алгоритм и эскизный вариант программы на языке C++ (рис. 1).

С помощью разработанной математической модели и программы выполнено моделирование для реальных деталей и доказана возможность минимизации систематической погрешности измерения до 1-2 %.

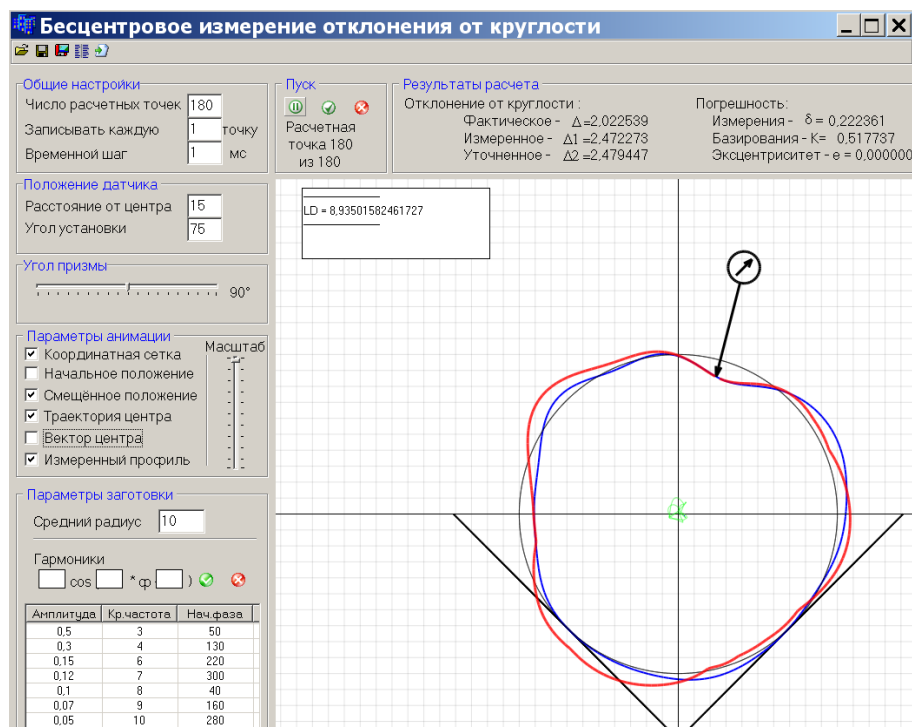


Рис. 1. Моделирование контроля круглости

Для реализации стратегии адаптивного контроля разработана конструктивная схема прибора с изменяющимся углом раскрытия призмы и угловым положением датчика линейных перемещений (рис. 2).

Основной технической характеристикой прибора будет погрешность измерения круглости, которая складывается из погрешности датчика линейных перемещений, систематической погрешности и случайной составляющей, определяемой условиями контроля. Погрешность оптического датчика перемещений составляет 0,1 мкм. Систематическая погрешность определяется в процентах от контролируемой величины и обычно составляет 30 %. Минимизация систематической погрешности на основе адаптивной наладки до величины 1-2 % позволяет при измерении деталей с погрешностью формы 2-5 мкм достигнуть точности 0,2-0,5 мкм. Согласно международным и отечественным метрологическим стандартам, это считается достаточным.

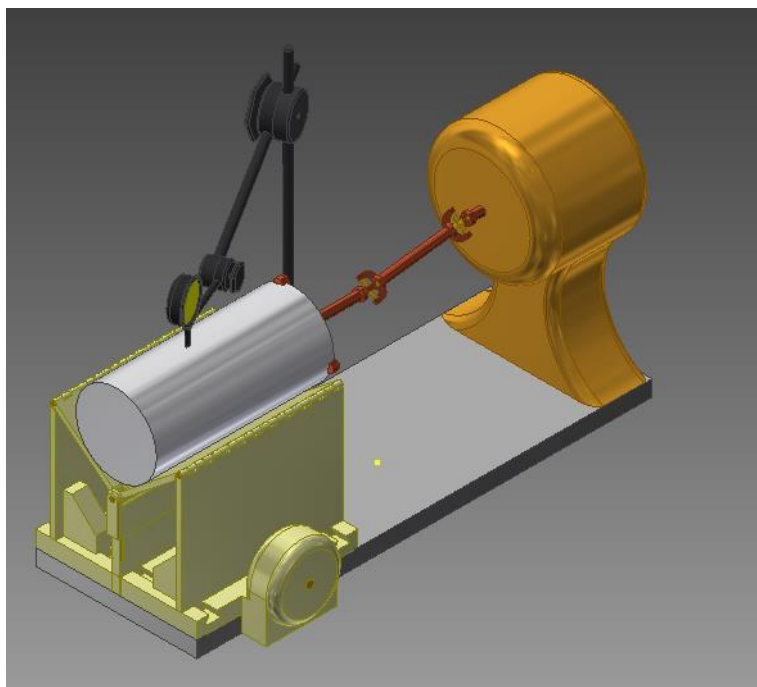


Рис. 2. Конструктивная схема прибора для бесцентрового контроля

Сравнение с зарубежными аналогами показывает, что по точности разрабатываемый информационно-измерительный комплекс соответствует КИМ портального типа (стоимость 200000-500000 \$) и уступает только кругломерам с образцовым вращением стола (стоимость 50000-200000 \$). Преимуществом комплекса для бесцентрового контроля круглости, в первую очередь, будет меньшая стоимость. Другое достоинство заключается в возможности контроля крупногабаритных заготовок в цеховых условиях и встраивании информационно-измерительного комплекса в технологическое оборудование.

Таким образом, разрабатываемые прибор и программное обеспечение для контроля круглости предназначены для машино- и приборостроительных предприятий при серийном и массовом производстве высокоточных деталей.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 15-08-08411\15 «а».

Список информационных источников

1. Авдулов А. Н. Контроль и оценка круглости деталей машин / А. Н. Авдулов. М.: Изд-во стандартов, 1974. 176 с.

2. M. A. Palei, V. A. Chudov Potentialities of saddle-shaped instruments in testing diameters and shape deviations. Measurement Techniques. 1972. Volume 15. Issue 4. Pp. 532-534.

3. N. N. Markov, N. B. Gipp Computer simulation of the process of measurement of roundness deviations by the difference method. Measurement Techniques. 1984. Volume 27. Issue 6. Pp. 489-491.

4. Ya. I. Binder, I. D. Gebel', A. I. Nefedov, V. N. Bakulin, V. A. Shapiro Precision roundness measuring gauge. Measurement Techniques. 1999. Volume 42. Issue 8. Pp. 755-760.

5. Новое поколение накладных кругломеров / Б. П. Тимофеев, М. М. Свиткин, И. Д. Гебель, С. Ю. Млокосевич // Датчики и системы. 2006. № 1. С. 49-54.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Секция 1: Современные системы и технологии в неразрушающем контроле -----	3
<i>Абросимова Е.С. БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО В ПРАКТИКЕ РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ</i> -----	4
<i>Алимова А.Д., Хасенова А.Б. ВНЕДРЕНИЕ ПРИНЦИПОВ ХАССП НА ПРИМЕРЕ ОАО «АК ТОМСКИЕ МЕЛЬНИЦЫ»</i> -----	7
<i>Белоусов А.М. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ОСНОВЕ ВНЕДРЕНИЯ СТО «УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ»</i> -----	11
<i>Белоусова И.С. ОРГАНИЗАЦИЯ ВНУТРЕННЕГО АУДИТА И ПУТИ ЕГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ</i> -----	12
<i>Брянская Д.С. АУДИТ СОВРЕМЕННЫЙ ИНСТРУМЕНТ МОНИТОРИНГА</i> -----	15
<i>Буреева М.С. РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА В УПРАВЛЯЮЩЕЙ КОМПАНИИ</i>	18
<i>Герасимова О.В. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В ООО «МОНЕТА»</i> -----	22
<i>Демченко П.В., Шиян В.П. ВОЛНОВОДНЫЙ СВЧ – ПЛАЗМАТРОН КАК СРЕДСТВО ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ</i> -----	26
<i>Елисеева Е. Ю. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА В ОРГАНИЗАЦИИ</i> -----	31
<i>Жамсуева Г.С. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАБОТЫ С ПОСТАВЩИКАМИ В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЛАМПОВОГО ЗАВОДА</i> -----	34
<i>Жанчипов Б. Д. МОДЕЛИ РАЗРУШЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ</i> -----	40
<i>Жаябаева Г.А.ЗАИНТЕРЕСОВАННЫЕ СТОРОНЫ В ПОЛУЧЕНИИ КАЧЕСТВЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ</i> -----	42
<i>Зайцева А.А. РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕСТ–ПАНЕЛЕЙ ДЛЯ КАПИЛЛЯРНОГО КОНТРОЛЯ ИЗ НЕМЕТАЛЛА</i> -----	45
<i>Соболева Э.Г., Игишева А.Л. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГАЛОГЕНИДОВ НАТРИЯ (NaBr, NaCl, NaF, NaI) В ОБЛАСТИ ТЕМПЕРАТУР 293-673 К</i> ---	49
<i>Иванова А.А. РАЗРАБОТКА ЛАНДШАФТА ПРОЦЕССОВ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА</i> -----	53
<i>Игнатенко К.В. КАРТИРОВАНИЕ ПОТОКА СОЗДАНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ ЦЕННОСТИ КАК ОДИН ИЗ ИНСТРУМЕНТОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА</i> -----	57

Истомин К.И.	ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСИЛАМП В ЛЮМИНЕСЦЕНТНОМ МЕТОДЕ КАПИЛЛЯРНОГО КОНТРОЛЯ	60
Каргина Е. А., Яворович Л.В.	ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В ГОРНЫХ ПОРОДАХ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ ВОЗБУЖДЕНИИ	63
Кокорева А.Е.	РАЗРАБОТКА ДОКУМЕНТИРОВАННОЙ ПРОЦЕДУРЫ «УПРАВЛЕНИЕ НЕСООТВЕТСТВУЮЩЕЙ УСЛУГОЙ» ДЛЯ ЦЕНТРА СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ	67
Коломеец А.О.	ИНФОРМАТИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ПРИ ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ КОЛЕС ВАГОНОВ В ДВИЖЕНИИ	70
Коньсбекова Г.К.	РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА РИСКОВ	74
Круглова Е.А.	ПРОЕКТИРОВАНИЕ И АКТУАЛИЗАЦИЯ НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА	79
Соболева Э.Г., Литвиненко В.В.	ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ NaCl, LiCl, KCl В ИНТЕРВАЛЕ 293-673 K	82
Кирюшкин Т.С.	РАЗРАБОТКА ГЕОМЕТРИИ КОНТРОЛЯ ЭКРАНО-ЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ	86
Ловицкий А. А.	РАЗРАБОТКА МЕТОДА ТОЛЩИНОМЕТРИИ КАРБИДОКРЕМНИЕВОГО ПОКРЫТИЯ	91
Мантыков В.Г.	РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ ПРИБОРА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ФОРМЫ ВНЕШНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ТРЕХМЕРНОГО ТЕЛА ПРИ ОДНОСТОРОННЕМ ДОСТУПЕ	95
Матвиенко К.Г.	ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СРАВНЕНИЯ КАЧЕСТВА НАБОРОВ ДЕФЕКТОСКОПИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ КАПИЛЛЯРНОГО КОНТРОЛЯ	99
Мирасова Т.А.	РАЗРАБОТКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО МЕТОДА ТОЛЩИНОМЕТРИИ КАРБИДОКРЕМНИЕВОГО ПОКРЫТИЯ	102
Моисеенко Е.А.	РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ АНАЛИЗА МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА КОНТРОЛЯ	106
Овсянникова Н.А.	СВЧ ВЛАГОМЕТРИЯ НЕФТИ	107
Павлюк Р.П.	ИССЛЕДОВАНИЯ МЕХАНОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛАХ	110
Петров М.В.	ОПТИМИЗАЦИЯ РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИХ ДОКУМЕНТОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ БЕТОНА	117

Петрова А.Б.	РОЛЬ ПЕРСОНАЛА В ДОСТИЖЕНИИ ОРГАНИЗАЦИЕЙ УСТОЙЧИВОГО УСПЕХА	-----119
Помишин Е.К., Яворович Л.В.	ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В ОБРАЗЦАХ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ СТАТИЧЕСКОМ И АКУСТИЧЕСКОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ	-----123
Попиякова Н.П.	ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ	-----126
Попков А.А.	ПРИМЕНЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫХ СИГНАЛОВ ПРИ КОНТРОЛЕ ЛИТЫХ ДЕТАЛЕЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ	-----130
Попов М.М.	ОСОБЕННОСТИ МАРКЕТИНГА НАУЧНО- ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ	-----135
Попова А.Ю.	ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ СРЕДСТВ КАПИЛЛЯРНОГО МЕТОДА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ	-----138
Рабданов Ч.А.	ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ АКТИВНОГО ТЕПЛОВОГО КОНТРОЛЯ	-----142
Редькина А.В.	РЕГЛАМЕНТАЦИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ОРГАНИЗАЦИИ	-----152
Родченкова Е.С.	ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА – СОВРЕМЕННЫЙ ИНСТРУМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА	-----155
Савазова Д.С.	МЕТОД ОЦЕНКИ РАССТОЯНИЯ НА ОСНОВЕ ПОТОКА ФОТОГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	-----158
Сацуца А.Е.	РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ ХАССП НА ООО «ПРОВАНСАЛЬ»	-----161
Сидельцева Х.Е.	СИСТЕМА СБАЛАНСИРОВАННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАК МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ И ЕЕ ИНТЕГРАЦИЯ С СИСТЕМОЙ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ	-----165
Смертин Р.А, Плискин А.В.	ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛА ТОЛСТОСТЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОВЫМ МЕТОДОМ	-----168
Стаднюк Е.И.	РАДИОВОЛНОВОЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ ИНОРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ТРУБОПРОВОДАХ	-----173

Степанова К.А., Баринов А.В.	КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ АКУСТИКО-ЭМИССИОННЫХ СИГНАЛОВ В ЗАДАЧЕ КОНТРОЛЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ -----	177
Сыч Т. В., Герасимов С. И.	ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ УТОЧНЕНИЯ СХЕМЫ РАССТАНОВКИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПРИ АКУСТИКО-ЭМИССИОННОМ КОНТРОЛЕ -----	181
Фоминцева Ю.В.	РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ТЕПЛОВЫХ ВОЛН В АКТИВНОМ ТЕПЛОВОМ КОНТРОЛЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ -----	185
Хайдукова В.М.	РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ТОМОГРАФИЧЕСКОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМА ОБРАТНОГО ПРОЕКЦИРОВАНИЯ -----	189
Халабузар Е.А.	ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА -----	192
Халикова Р. Н.	ОЦЕНКА РИСКОВ В ОРГАНИЗАЦИИ -----	195
Хасенова А.Б., Алимова А.Д.	АНАЛИЗ РИСКОВ И КРИТИЧЕСКИЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ТОЧКИ КАК ЭТАП ВНЕДРЕНИЯ ПРИНЦИПОВ НАССР НА ПИЩЕВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ -----	199
Цыбенков А.Н.	КОНТРОЛЬ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ВНЕШНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ТРЕХМЕРНОГО ТЕЛА ПРИ ЕГО ДВИЖЕНИИ -----	202
Цыганкова М.А.	CALS – ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЕМ -----	207
Чеховских В.И.	ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ КАПИЛЛЯРНОГО КОНТРОЛЯ -----	211
Чинь Ван Бак	ФОРМИРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ В КОМПЛЕКСАХ ЦИФРОВОЙ РАДИОГРАФИИ С ФУНКЦИЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ -----	215
Шадрина О.А.	ПРОБЛЕМЫ СИСТЕМЫ МОТИВАЦИИ ПЕРСОНАЛА -----	219
Шлякова Н.Н.	КАЧЕСТВО ПРОЦЕССА АТТЕСТАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ В ООО «ЕСБ-ГРУПП» -----	222

Секция 2: Электронно-измерительные устройства контроля и диагностики в технике и медицине	226
<i>Андронникова Ю.А. РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА SAFT НА ЖЕСТКОЙ ЛОГИКЕ ДЛЯ УЗИ</i>	227
<i>Асочаков А.С., Шульгина Ю.В. МЕТОД ОБРАБОТКИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО СИГНАЛА ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ</i>	230
<i>Бай Хао РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ДЛЯ СВЕТОДИОДНОГО СВЕТИЛЬНИКА</i>	234
<i>Блынский Ф.Ю. РАЗРАБОТКА ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОСТЕОРЕПАРАЦИИ КОСТНОЙ ТКАНИ</i>	238
<i>Вавилова И.В. МНОГОФАЗНАЯ СХЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ В РЕЗОНАНСНОМ ИНВЕРТОРЕ</i>	241
<i>Ван Ди, Киселева В.А. РЕАЛИЗАЦИЯ ЦИФРОВОГО ФИЛЬТРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА STM32F407</i>	246
<i>Ван Цюньи УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ</i>	249
<i>Ван Юй ИЗМЕРЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ИЗОЛЯЦИОННОЙ ОБОЛОЧКИ СЕКТОРНОЙ ЖИЛЫ НАКЛАДНЫМ ВТП</i>	253
<i>Власов В.В., Тригуб М.В. УСИЛИТЕЛЬ ЯРКОСТИ С ЧСИ ДО 50 КГЦ</i>	257
<i>Григорьев М.Г., Бабич Л.Н. РАЗРАБОТКА ПРОВОДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ СЕРДЦА</i>	260
<i>Дуспеков Н.Д. ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ДЛЯ ГЕНЕРАТОРА НА ЛАВИННЫХ ТРАНЗИСТОРАХ</i>	263
<i>Затонов И.А. ИЗМЕРИТЕЛЬ ИМПУЛЬСНОЙ ДОЗЫ БЕТАТРОНА</i>	266
<i>Киселева В. А., Торгаев С.Н. ПРОГРАММА ПО ИЗУЧЕНИЮ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ</i>	269
<i>Кожевников Д. С., Халеев А. А., Торгаев С.Н. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ВЕРИФИКАЦИИ DES</i>	272
<i>Комаров С.Е., Цзюй Янян АКУСТИЧЕСКИЙ УРОВНЕМЕР ДЛЯ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ</i>	278
<i>Латышева А.И. РАЗРАБОТКА ФАНТОМА ДЛЯ ОПЫТНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВА ДИАГНОСТИКИ ГЕМАТОМ ГОЛОВНОГО МОЗГА</i>	282
<i>Ли Линь, Губарев Ф.А., Кленовский М.С. РАДИАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОДНОПРОХОДОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В АКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ CuBr-ЛАЗЕРОВ</i>	286

Линхобоев Б.С.	РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБРАЗЦА АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РАННЕГО ОБНАРУЖЕНИЯ ПРИЗНАКОВ ВНЕЗАПНОЙ СЕРДЕЧНОЙ СМЕРТИ-----	290
Ма Синсин	МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ И ГРАНИЦ РАЗДЕЛА МНОГОФАЗНЫХ ЖИДКИХ СРЕД ДЛЯ СЕПАРАТОРА НЕФТИ	294
Мазиков С.В., Вавилова Г.В.	ИЗМЕРЕНИЕ ПОГОННОЙ ЕМКОСТИ КАБЕЛЯ В СООТВЕТСТВИИ С ГОСТ 27893-88 В УСЛОВИЯХ ЗНАЧИТЕЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ВОДЫ-----	298
Малышкина Е.Г., Тригуб М.В.	ИССЛЕДОВАНИЕ УСИЛИТЕЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛАЗЕРА НА ПАРАХ БРОМИДА МЕДИ -----	302
Толмачев И.В., Милгадаев А.М., Пронькина Е.М.	МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ДВИЖЕНИЯ-----	305
Нам И.Ф., Жук В.В., Михайлова К.К., Захаров М.Г., Чернов В.И., Фролова И.Г., Григорьев Е.Г., Синилкин И.Г., Зельчан Р.В.	СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ ГЕПАТОТРОПНЫХ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНЫХ КОНТРАСТНЫХ ПРЕПАРАТОВ-----	308
Мурзина Г.М.	ДИСТАНЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ РАБОТЫ ИСКУССТВЕННЫХ КЛАПАНОВ СЕРДЦА -----	313
Науменко А.Д.	МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ФИЛЬТРОВ-----	316
Новосельцева А.П., Тимченко К.А.	РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОПТОЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ВНУТРИЧЕРЕПНЫХ ГЕМАТОМ-----	320
Нужный Е.А.	ПОНИЖАЮЩИЙ ППН С КВАДРАТИЧНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ ПО ТОКУ КОНДЕНСАТОРА -----	324
Пань Янян	МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛОСКОГО СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ-----	329
Петухов Т.Д.	СТАБИЛИЗАТОР ТЕМПЕРАТУРЫ С АВТОПОДСТРОЙКОЙ ПАРАМЕТРОВ -----	333
Порохов Е.С.	МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ВЕЩЕСТВОМ ПРИ 3D – ПЕЧАТИ МЕТОДОМ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЕКАНИЯ -----	338

Толмачев И.В., Пеккер Я.С., Пронькина Е.М. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕВРОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ДВИЖЕНИЯ	343
Разумова А. А., Ширяев В. В. ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДЕФЕКТОВ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ В АКТИВНОМ ТЕПЛОВОМ НЕРАЗРУШАЮЩЕМ КОНТРОЛЕ	348
Руденков Д.Е. БЕТАТРОН С ШИРОКИМ УГЛОМ РАСХОЖДЕНИЯ ПУЧКА ИЗЛУЧЕНИЯ	352
Жук В.В., Самбуева О.Б., Спиридонова А.К. ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНОГО НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКИ ГИДРОФИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ПОРИСТОГО ПОЛИВИНИЛФОРМАЛЯ ДЛЯ МЕДИЦИНСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ	356
Суслик Е.А. МНОГОФАЗНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ДЛЯ МОЩНОГО ПРОЦЕССОРА	360
Чжун Ян МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИХРЕТОКОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВНУТРЕННЕГО ДИАМЕТРА ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ ТРУБ	364
Юношев А.Н. РАЗРАБОТКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ МЕДИКАМЕНТОЗНОГО РАСТВОРЕНИЯ КОНКРЕМЕНТОВ ЖЕЛЧНОГО ПУЗЫРЯ	369
Яловой О.А., Захаров О.В. ПРИБОР И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КРУГЛОСТИ ДЕТАЛЕЙ	373
Оглавление	378

Научное издание
НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ
Сборник трудов
V 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 **04.09.2015**. Формат 60х84/8. 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

