

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



КАЧЕСТВО – СТРАТЕГИЯ XXI ВЕКА

Сборник научных трудов
XIX Всероссийской научно-практической конференции

9–12 декабря 2014 г.

Издательство
Томского политехнического университета
2015

УДК 658.562(063)

ББК 30.609л0

К30

Качество – стратегия XXI века : сборник научных трудов XIX Всероссийской научно-практической конференции / Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 216 с.

В сборнике представлены материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции «Качество – стратегия XXI века». Более 100 авторов из регионов Сибири представили тезисы своих докладов, в которых рассматриваются актуальные проблемы неразрушающего контроля, системы менеджмента качества, экологического менеджмента, внедрения систем менеджмента, качества образования, управления в современной экономике.

Материалы предназначены для специалистов, преподавателей, аспирантов и студентов вузов, а также для всех интересующихся проблемами качества.

УДК 658.562(063)

ББК 30.609л0

НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ КОНФЕРЕНЦИИ:

Секция 1. Проектирование новых производственных процессов.

Секция 2. Безопасность и контроль качества: технологии, приборы и оборудование.

Секция 3. Качество жизни и современные тенденции развития проактивных организаций.

Секция 4. Управление качеством продукции в приборостроении.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|----------|
| Секция 1: ПРОЕКТИРОВАНИЕ НОВЫХ П РОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ | 8 |
| Абросимова Е.С. БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО В ПРАКТИКЕ РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ПРИМЕРЕ ЗАО «ФИЗТЕХ-ЭНЕРГО» | 9 |
| <i>Белоусов А.М.</i> ТРУДНОСТИ ПРИ ВНЕДРЕНИИ БЕРЕЖЛИВОГО ОФИСА В КОМПАНИИ..... | 12 |
| <i>Белоусова И.С.</i> ВНУТРЕННИЙ АУДИТ КАК НЕОТЪЕМЛЕМАЯ ЧАСТЬ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ..... | 14 |
| <i>Брянская Д.С.</i> АУДИТ КАК ИНСТРУМЕНТ МОНИТОРИНГА И ПРОВЕРКИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ХАССП | 16 |
| <i>Буреева М.С.</i> АКТУАЛЬНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЖИЛИЩНО- КОММУНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА..... | 18 |
| <i>Герасимова О.В.</i> ПРОБЛЕМЫ ВНЕРЕНИЯ МЕТОДОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ..... | 23 |
| <i>Елисеева Е.Ю.</i> ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА | 25 |
| <i>Кокорева А.Е.</i> ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОКУМЕНТИРОВАННОЙ ПРОЦЕДУРЫ «УПРАВЛЕНИЕ НЕСООТВЕТСТВУЮЩЕЙ УСЛУГОЙ» В ЦЕНТРЕ СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ..... | 28 |
| <i>Редькина А.В.</i> ВНУТРЕННИЙ АУДИТ КАК СПОСОБ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ | 30 |
| <i>Родченкова Е.С.</i> МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТОВАРА..... | 32 |

| | |
|---|-----------|
| <i>Сацута А.Е.</i> ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ НАССР НА РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ | 35 |
| <i>Халикова Р.Н.</i> ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ СОКРАЩЕНИЯ РИСКА НА ВСЕХ ЭТАПАХ ФОРМИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ПРОГРАММЫ ПРЕДПРИЯТИЯ..... | 40 |
| <i>Шлякова Н.Н.</i> КАЧЕСТВО ПРОЦЕССА АТТЕСТАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ..... | 45 |
| Секция 2: БЕЗОПАСНОСТЬ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА: ТЕХНОЛОГИИ, ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ..... | 48 |
| <i>Демченко П.В.</i> ПЛАЗМАТРОНЫ..... | 49 |
| <i>Жанчипов Б.Д.</i> МЕТОД КОНТРОЛЯ НА ОСНОВЕ МЕХАНОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МУЛЬТИСЕНСОРНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ДЕФЕКТНОСТИ..... | 53 |
| <i>Зайцева А.А.</i> ТЕСТ–ПАНЕЛЬ ДЛЯ КАПИЛЛЯРНОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ..... | 56 |
| <i>Каргина Е. А., Поминин Е.К.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В ГОРНЫХ ПОРОДАХ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ И СТАТИЧЕСКОМ ВОЗБУЖДЕНИИ | 58 |
| <i>Матвиенко К.Г.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СРАВНЕНИЯ КАЧЕСТВА НАБОРОВ ДЕФЕКТОСКОПИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ КАПИЛЛЯРНОГО КОНТРОЛЯ | 61 |
| <i>Моисеенко Е.А.</i> РАЗРАБОТКА ИНСТРУКЦИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ IMAGINE 3D НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ | 65 |
| <i>Овсянникова Н.А.</i> СВЧ ВЛАГОМЕТРИЯ НЕФТИ..... | 68 |
| <i>Хайдукова В. М.</i> РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИИ ОБРАТНОГО ПРОЕКЦИРОВАНИЯ | 70 |

| | |
|--|-----|
| <i>Кирюшкин Т.С.</i> РАЗРАБОТКА ГЕОМЕТРИИ КОНТРОЛЯ ЭКРАНО-ЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ | 74 |
| <i>Мантыков В.Г.</i> РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ ПРИБОРА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ФОРМЫ ВНЕШНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ТРЕХМЕРНОГО ТЕЛА ПРИ ОДНОСТОРОННЕМ ДОСТУПЕ | 76 |
| <i>Мирасова Т.А.</i> РАЗРАБОТКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО МЕТОДА ТОЛЩИНОМЕТРИИ КАРБИДОКРЕМНИЕВОГО ПОКРЫТИЯ | 80 |
| <i>Попова А.Ю.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗЦОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ СРЕДСТВ КАПИЛЛЯРНОГО МЕТОДА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ | 84 |
| <i>Рабданов Ч.А.</i> РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ИМПУЛЬСНОГО АКТИВНОГО ТЕПЛОВОГО КОНТРОЛЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ | 88 |
| <i>Смертин Р.А, Плискин А.В.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛА ТЕПЛОВЫМ МЕТОДОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМПУЛЬСНОГО ОПТИЧЕСКОГО НАГРЕВА..... | 94 |
| <i>Стаднюк Е.И.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ИНОРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ТРУБОПРОВОДАХ..... | 98 |
| <i>Халабузар Е.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ЭЛЕМЕНТОВ ГИДРОПРИВОДА | 102 |
| <i>Цыбенков А.Н.</i> КОНТРОЛЬ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ВНЕШНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ТРЕХМЕРНОГО ТЕЛА ПРИ ЕГО ДВИЖЕНИИ | 104 |
| <i>Чинь Ван Бак</i> РАЗРАБОТКА ШИРОКОДИАПАЗОННОГО ТРАНСМИССИОННОГО РЕНТГЕНОВСКОГО МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ ТОЛЩИНЫ | 107 |
| <i>Тойчбай Эрканат</i> РАЗРАБОТКА МАГНИТОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ ФАЗОВОГО СОСТАВА ФЕРРИТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ | 112 |

| | |
|---|-----|
| <i>Осипов О.С., Алибекова А.А., Чесноков Д.В.</i> СПОСОБЫ ОЦЕНКИ ПЛОЩАДИ ОПТИЧЕСКОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ НА ПЛОСКОМ ИЗДЕЛИИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ФОТОИЗОБРАЖЕНИЙ..... | 115 |
| <i>Голоцевич Ю.А., Иженбин И.А.</i> ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ УСТРОЙСТВ ТОМОГРАФИЧЕСКОГО СКАНИРОВАНИЯ В ТПУ | 124 |
| <i>Жантыбаев А.А., Подшивало И.И., Берженару Н.В.</i> ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ ПО ПЛОТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТВЁРДОСТИ ПО РОКВЕЛЛУ | 126 |
| <i>Корзенок И.Н.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СИГНАЛА ИЗ ОБРАЗЦОВ БЕТОНА, АРМИРОВАННОГО СТЕКЛОПЛАСТИКОВОЙ АРМАТУРОЙ..... | 135 |
| <i>Мордус Р.В.</i> ФИЗИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ С ФАЗИРОВАННЫМИ РЕШЕТКАМИ | 140 |
| <i>Проничев Е.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ДЕФЕКТОВ В ОБРАЗЦАХ ДЛЯ СДАЧИ ПРАКТИЧЕСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО МЕТОДАМ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ..... | 144 |
| <i>Струговцов Д.В.</i> МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ИНСПЕКЦИОННЫХ ДОСМОТРОВЫХ КОМПЛЕКСОВ С ФУНКЦИЕЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ВЕЩЕСТВ ОБЪЕКТОВ КОНТРОЛЯ | 148 |
| <i>Сыдыков Ж.Б.</i> РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНО-АКУСТИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЛИТЬЯ..... | 156 |
| <i>Цыбенков Д-Ц.А., Хорсов Н.Н.</i> ПОИСК КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ОБРАЗЦОВ ПО ДАННЫМ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ СТРУКТУРНЫХ НАРУШЕНИЙ В МАТЕРИАЛАХ..... | 161 |

| | |
|---|------------|
| Секция 3: КАЧЕСТВО ЖИЗНИ И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПРОАКТИВНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ | 165 |
| <i>Васильева А.Е., Васильева С.С.</i> СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ В ОРГАНИЗАЦИИ | 166 |
| <i>Поугарт В.Р., Синебрюхова В.Ю.</i> САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ КАК ВАЖНЫЙ ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ..... | 169 |
| <i>Проничев Е.А.</i> РОЛЬ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ..... | 171 |
| <i>Чекарова С.А., Чечет Д.М.</i> ВАЖНОСТЬ КОММУНИКАЦИЙ В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА | 173 |
| <i>Дымова А. Гурских М.</i> КОНЦЕПЦИЯ «РИСК – МЕНЕДЖМЕНТ»..... | 176 |
| <i>Костина В. Никольская Ю.</i> КОНЦЕПЦИЯ «БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО» НА ФОНЕ МНОГООБРАЗИЯ ПОДХОДОВ К ОРГАНИЗАЦИИ ЭФФЕКТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ..... | 179 |
| Секция 4: УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ..... | 182 |
| <i>Родионова М.А.</i> АНАЛИЗ РИСКОВ ПРОЦЕССА ЭКСПЕРТНЫМ МЕТОДОМ | 183 |
| <i>Сабитова Ж.К.</i> ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТА ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА | 187 |
| <i>Самойлова С.А.</i> СТРАТЕГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ В ИНЖИНИРИНГОВЫХ КОМПАНИЯХ | 191 |
| <i>Семенова Е.А.</i> САМООЦЕНКА РЕГИОНАЛЬНОГО ЦЕНТРА В СООТВЕТСТВИИ С ГОСТ Р ИСО 9004-2010..... | 194 |
| <i>Тилекматов И.Э.</i> БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ | 198 |
| <i>Яблокова С.А.</i> АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА. | 200 |
| <i>Яковлева Е.В.</i> МЕСТО РОССИЙСКОЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АККРЕДИТАЦИИ В ЕВРАЗЭС | 202 |

Секция 1

ПРОЕКТИРОВАНИЕ НОВЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО В ПРАКТИКЕ РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ПРИМЕРЕ ЗАО «ФИЗТЕХ-ЭНЕРГО»

Абросимова Е.С.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

В условиях рыночной экономики, действующей на сегодняшний день, все отечественные предприятия заинтересованы в оптимизации производственного процесса и снижении затрат на получение продукта соответствующего качества. И от того, как распределяются основные ресурсы, такие как материальные средства и время, зависит как качество готового продукта, так и его стоимость, что немаловажно для покупателя.

Самым известным средством, направленным на постоянное стремление к повышению результативности и эффективности процессов, а также на устранение всех видов потерь является система бережливого производства.

В соответствии с ГОСТ Р 56020 – 2014 философия бережливого производства основана на представлении бизнеса как потока создания ценности для потребителя, гибкости, выявлении и сокращении потерь, постоянном улучшении всех видов деятельности на всех уровнях организации, вовлечении и развитии персонала с целью повышения удовлетворенности потребителей и других заинтересованных сторон [1].

Актуальность исследования определяется рядом факторов, среди которых наиболее значимым представляется возможность роста конкурентоспособности предприятий за счет использования инновационных инструментов, приводящих к максимальному снижению производственных потерь.

В России выделяется около 55 предприятий, занимающихся внедрением принципов бережливого производства и других инновационных подходов. В таблице 1 перечислены лишь несколько из них.

Таблица 1. - Наиболее крупные предприятия России, применяющие систему бережливого производства [2]

| Название предприятия | География | Продукция |
|----------------------|------------|--|
| Alcoa | США-Россия | Металлургическая компания, осуществляющая деятельность индустриального производства: технология, добыча, очистка, плавление, переработка |

| | | |
|------------------------------------|---------------------------|---|
| Ford | Дирборн-Россия | Автомобилестроительная компания |
| Агропромышленная компания «МаВР» | Хакасия | Переработка хозяйственной продукции и производитель продуктов питания |
| «РУСАЛ Братский алюминиевый завод» | Братск, Иркутская область | Первичный алюминий и продукция из него (электротехническая канатка, слитки из сплавов и т. д.) |
| ОАО «КАМАЗ» | Набережные Челны | Производитель дизельных грузов и дизельных двигателей. Выпускает автобусы, тракторы, комбайны, электроагрегаты. |
| ООО «ТБМ» | Москва | Производит окна, двери, стеклопакеты и мебель |
| ОАО «РЖД» | Россия, Москва | Владелец значительной части подвижного состава и важнейший оператор российской сети железных дорог |
| ОАО «Сбербанк» | Россия, Москва | Коммерческий банк |

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.

Вся продукция изготавливается с применением комплектующих, прошедших многоступенчатый контроль качества, и имеет необходимые сертификаты соответствия. На данный момент насчитывается около 50 моделей ламп, светильников и прожекторов для различных областей применения.

Среди клиентов компании встречаются как небольшие региональные компании, так и гиганты рынка, такие как Газпром, Роснефть, Лукойл, Магнит [3].

Целью данного исследования является изучение основных видов потерь при производстве прожектора «Диора-60» и способов их устранения.

Для достижения поставленной цели использовался инструмент бережливого производства – картирование потока создания ценности.

В ходе наблюдения процесса производства прожектора «Диора-60» было выявлено следующее:

- задание по выполнению работ выдается начальником участка в начале рабочего дня в устной форме;
- трата времени на ожидание корпуса с предыдущего этапа (385 сек.);
- на этапе пайки и проверки параметров работник допустил 3 дефекта, что повлекло затрачивание времени на исправление (264 сек.);
- отсутствие на рабочем месте регламента с подробным указанием хода процесса.

В ходе работы была построена карта потока текущего состояния (как есть) для партии из 10 штук, на основе которой подробно видно, что время добавления ценности составляет малую часть из всего времени цикла, а коэффициент эффективности составляет 0,3%.

После проведения анализа полученных результатов было выявлено, что работу на этапе пайки выполняет новый молодой сотрудник, и часто отвлекается на разговоры, т. е. потеря творческого потенциала (46 сек.).

После сокращения потерь время, затраченное на производство прожектора, сократилось с 10388 сек. до 9304 сек., была построена карта потока будущего состояния (как будет) с коэффициентом эффективности 0,32%.

По завершении работы было разработано несколько рекомендаций для улучшения процесса и повышения его эффективности:

1. необходимо создать доску для информации, регламента процесса, инструкций;
2. наглядно расположить инструменты в порядке необходимости их применения, убрать посторонние предметы с рабочего места;
3. практиковать наставничество.

Бережливое производство – это система, позволяющая уже с первых шагов внедрения экономить значительные средства, которые сразу же можно эффективно вкладывать в дальнейшее развитие. Преимущества системы «бережливое производство» и необходимость внедрения очевидны. Этот путь идеально подходит для российских компаний, где до сих пор себестоимость продукции довольно высока.

Список информационных источников

1. ГОСТ Р 56020 – 2014 Бережливое производство. Основные положения и словарь. – М.: Стандартинформ, 2014. – 33 с.
2. Lean предприятия. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.leaninfo.ru>14. Загл. с экрана. Дата обращения: 20.12.2014
3. ЗАО «Физтех-Энерго». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ft-e.com/ru/>. Загл. С экрана. Дата обращения: 20.12.2014

ТРУДНОСТИ ПРИ ВНЕДРЕНИИ БЕРЕЖЛИВОГО ОФИСА В КОМПАНИИ

Белоусов А.М.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Для снижения расходов на содержание офиса и повышение производительности труда сотрудников до 30%, нужно соблюсти определенные правила проектирования сначала на макро (расстановка), а затем на микро (организация рабочего места) уровне, с соблюдением правил эргономики для сохранения здоровья сотрудников. При этом нужно не забывать, что офисная мебель - это не только предмет обстановки, но и средства производства сотрудников, работающих в офисе, всего этого можно достигнуть при помощи концепции бережливого офиса.

«Бережливый офис» – участок административной работы, на котором прилагаются систематические усилия для выявления и устранения всех видов потерь [1].

Основные виды потерь в офисе: незавершенная работа, ошибки в документах, повторная работа с документами, выполнение ненужной работы, лишние этапы в процессах, ожидание, лишние передвижения, неуправляемость документацией, беспорядок на рабочих местах, негативное психологическое состояние сотрудников.

На самом деле цена офисных потерь существенно выше, чем на производстве. Поскольку именно офисные потери становятся источником чрезмерных расходов, задержек, неудовлетворённости клиентов. Ошибка (брак), допущенная секретарём – референтом или конструктором, может оказаться намного дороже испорченной заготовки в производстве; один час простоя офисного работника (ожидание информации, рассмотрения, подписания документа) существенно весомее, чем такой же простой в производстве из-за поломки оборудования или нехватки деталей на сборке.

Главными трудностями при внедрении бережливого офиса в компаниях выступают такие факторы:

–руководство компании не заинтересовано в продвижении данной идеи, поэтому ликвидацию офисных потерь нужно начинать не снизу вверх – от рабочих мест к кабинетам топ - менеджеров, а, наоборот, от лидеров на высшем уровне – к потерям на рабочих местах рядовых исполнителей;

–слепое копирование. Скопировав всю проделанную работу у одной компании, во второй организации это работать не будет, потому что нужно планомерно оценивать материальные потоки и оптимизировать офисную деятельность именно для вашей компании;

–сопротивление персонала. Работники не желают принимать что-то новое, отвергают необходимость перемен, что приводит к торможению развития предприятия;

–недооценивание сотрудников. Недопустимо недооценивать сотрудника или относиться к нему с пренебрежением! Если человек и его благополучие не является приоритетом для организации, то маловероятно создание в ней истинной культуры бережливого производства;

–отсутствие налаженной взаимосвязи консультанта с сотрудниками. Консультант не ясно формулирует цели и задачи перед сотрудниками, используя при этом свою профессиональную терминологию, что приводит к непониманию текущего положения дел;

–работа носит творческий характер и персонифицирована. При внедрении данной системы нужно четко понимать свои обязанности и где-то проявлять смекалку для оптимизации офисных процессов.

Но прежде всего, нужно запомнить: работа должна быть коллективной!

Каждая компания уникальна, соответственно, и проблемы этой компаний уникальны. Слепое копирование успешного применения производственной системы едва ли даст положительные результаты. Прежде всего, необходимо провести анализ, узнать причины той или иной проблемы, затем внимательно ознакомиться со всей концепцией бережливости, понять её философию, только после этого шаг за шагом пытаться решить данные проблемы с помощью последовательного применения инструментов этой офисной системы.

Список информационных источников

1. Теппинг Д., Данн Э. Бережливый офис: – М.: Альпина Бизнес Букс, 2009. - 322с.

ВНУТРЕННИЙ АУДИТ КАК НЕОТЪЕМЛЕМАЯ ЧАСТЬ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ

Белоусова И.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 самой популярной формой признания усилий компании по обеспечению качества продукции или услуг для потребителя является сертификация ее системы менеджмента качества на соответствие международным стандартам ИСО серии 9000 (МС ИСО 9000). На основе требований, содержащихся в этих стандартах, компания разрабатывает собственную систему менеджмента качества и предъявляет её для сертификации в независимые органы, проводящие соответствующие проверки.

Между тем, на российских предприятиях недостаточно внимания уделяется внутреннему аудиту качества, проводимому силами самой организации. Однако именно внутренний аудит качества в первую очередь дает возможность определить, насколько обязательные и принятые по собственному усмотрению процедуры и запланированные мероприятия правильно составлены, выполняются и направлены на предупреждение отрицательных последствий. Принципиальное преимущество международных стандартов для развивающихся и переходных экономик состоит в том, что эти стандарты содержат в себе большие возможности для развития организаций и предприятий различных сфер деятельности.

Аудит качества - это систематический независимый и документированный процесс получения свидетельств аудита (проверки) и объективного их оценивания с целью установления степени выполнения согласованных критериев аудита (проверки).

Благодаря стандартам ИСО серии 9000 в организациях вводятся, внутренний аудит и анализ со стороны руководства, из которых выросла и получила широкое распространение самооценка, охватывающая всю деятельность организации.

Несомненно, самооценка имеет более широкую область применения, чем традиционная оценка качества. Ее конечная цель – определение слабых и сильных сторон в деятельности компании и планирование мероприятий, позволяющих привести возможности компании в соответствие ее миссиям и целям. Поскольку в ходе аудитов проверяют соот-

ветствие хорошо отлаженных областей деятельности компании заранее установленным правилам и стандартам, проверки обычно касаются ощутимых характеристик, которые можно измерить или оценить с достаточной объективностью. Очевидно, что любые оценки опираются на модели. Главная трудность при глобальном подходе к оценке компании состоит в выборе надлежащей модели.

Внутренний аудит является одним из процессов системы менеджмента и, следовательно, управление им осуществляется в соответствии с моделью PDCA («Планирование (Plan) – Осуществление (Do) – Проверка (Check) – Действие (Act)») (рис. 1).



Рис. 1. Применение модели PDCA к процессу менеджменту программы внутреннего аудита

Оценка значима только тогда, когда значима выбранная модель. Основным принципом является гибкость. Модель должна соответствовать реальной ситуации и модифицироваться при изменении действующих факторов и условий ее применения. Постоянно должна проверяться совместимость модели с полученными результатами. Однако, существующие модели (модель TQM, модели, используемые при соискании премий по качеству) могут не отвечать потребностям самооценки частично из-за того, что компании стремятся применять модели такими, какие они есть, не приспособивая их к собственной конкретной ситуации. Если самооценку проводить по моделям премий, она неизбежно

будет недостаточно гибкой. Полная отдача от самооценки может быть получена лишь в том случае, когда компания станет абсолютно свободно приспосабливать модель (и подход) к своим собственным нуждам и достигать главной цели самооценки – постоянного улучшения. Поэтому очень важно правильно выбрать либо разработать подходящую модель для проведения самооценки организации с учетом специфики ее деятельности.

Внутренние аудиты (проверки) являются высшей формой контроля руководством системы менеджмента качества предприятия. Они проводятся для того, чтобы определить соответствие деятельности и результатов в области качества запланированным мероприятиям, требованиям ИСО 9001:2011, 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 немаловажен вопрос, как правильно запланировать, организовать и провести проверки, а затем – проанализировать их результаты.

Список информационных источников

1. Бейсова, Р. С. Аудит качества : учебное пособие / Р. С. Бейсова. Ульяновск : УлГТУ, 2009. – 66 с.
2. Гусаков, Ю. А. Модель делового совершенства EFQM и ее применение в России // Стандарты и качество. – 2011. – № 8. – С. 46-50.
3. Ефимов, В.В. Управление качеством: учеб. пособие. – Ульяновск УлГТУ, 2012. – 141 с.

АУДИТ КАК ИНСТРУМЕНТ МОНИТОРИНГА И ПРОВЕРКИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ХАССП

Брянская Д.С.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Недавно наша страна стала членом Всемирной торговой организации (ВТО). Согласно нового Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» с 01.07.2013г. на предприятиях пищевой промышленности государств

членов Таможенного союза для реализации пищевой продукции как на внешнем так и на внутреннем рынках становится обязательным внедрением системы ХАССП [1].

Сегодня ХАССП является передовой и основной моделью, связанной с управлением и регулированием качества пищевой продукции, главным инструментом обеспечения ее безопасности. 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 безопасности выпускаемой продукции.

В целом за последние годы в России особенно актуальна, стала проблема безопасности продуктов питания. Это связано, в том числе с поступлением на продовольственный рынок некачественных, фальсифицированных и опасных для здоровья продуктов. Поэтому сегодняшние потребители стали более осторожными в выборе продукта, и теперь на первый план выступает репутации производителя.

В настоящее время пищевые предприятия, если они хотят сохранить свои позиции на рынке, должны представлять потребителям убедительные доказательства не только выполнения процедур контроля, но и системного управления качеством и безопасностью производимой продукции.

Одним из способов представления доказательств потребителям, является актуальный на сегодняшний день способ, проведение регулярных проверок или по-другому проведение аудитов (внешний, внутренний).

Внутренний аудит является одним из инструментов менеджмента для мониторинга и проверки результативности внедрения и функционирования системы ХАССП. Внедрив у себя на предприятии систему ХАССП, производитель постоянно отслеживает информацию о функционировании и результативности данной системы. Аудит в свою очередь предоставляет такого рода информацию для анализа, со стороны производителя и позволят разработать корректирующие действия и выявить возможности улучшения, как отдельных процессов (ККТ), так и системы в целом.

Преимущества аудита над традиционными видами контроля очевидны. Во-первых, производитель сам инициирует контроль, следовательно, заинтересован в объективных результатах и не склонен выделять подразделения и должностные лица, деятельность которых может

быть выведена из-под проверки. Во-вторых, являясь инструментом улучшения, аудит призван не выявлять нерадивых работников и наказывать их за некачественную работу, а определять несоответствия и причины их появления. Формируется атмосфера взаимосоотрудничества проверяющих и проверяемых, обе стороны мотивированы на решение проблемы. В-третьих, аудитор не диктует алгоритм поведения в проблемных ситуациях, а изучая состояние дел, предлагает руководителям совместно определить пути решения проблем, наиболее подходящие для данного подразделения [2].

Бесспорно, что существуют силы и факторы, противодействующие внедрению аудиторского контроля в практику управленческой деятельности. В первую очередь, к ним, относятся стереотипы мышления сотрудников организации. Во-вторых, большинство производителей на сегодняшний день, не видят проблем, возникающих внутри подразделений, и считают оценку их деятельности кем-либо со стороны излишней. И наконец, третья проблема заключается в подборе аудиторов.

Таким образом, плановое, систематическое проведение внутренних проверок системы ХАССП способствует своевременному принятию адекватных управленческих решений направленных на устранение и предупреждение возникновения нарушений, что способствует повышению качества предоставляемой продукции, и как следствие, удовлетворенности как внутренних, так и внешних потребителей.

Список информационных источников

1. ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции: УТВЕРЖДЕН Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. №880.-2011. –242 с.

2. Особенности внутреннего аудита системы менеджмента: [Электронный ресурс] режим доступа: <http://biglibrary.ru/category38/book135/part9/>. дата обращения: 16.12.14

АКТУАЛЬНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Буреева М.С.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Жилищно-коммунальная сфера - наиболее сложная и важная часть городского хозяйства, деятельность которой направлена на предоставление жителям региона услуг по техническому и санитарному обслуживанию зданий, проведение необходимых ремонтных и профилактических работ, обеспечение необходимыми ресурсами (вода, газ, электрическая и тепловая энергия) для создания комфортных условий проживания и работы. Даже незначительный сбой в их работе сразу становится социальной проблемой в жизни области, города, района или отдельного многоквартирного дома.

В настоящее время ненадлежащее качество оказываемых жилищно-коммунальных услуг вызывает недовольство значительной части населения нашего государства.

Для определения степени удовлетворенности граждан нашей страны услугами, оказываемыми управляющими компаниями, было решено обратиться в аналитический центр Юрия Левады «Левада-центр» [1]. Опрос был проведен 23-26 августа 2013 года по репрезентативной всероссийской выборке городского и сельского населения среди 1601 человека в возрасте 18 лет и старше в 130 населенных пунктах 45 регионов страны. Распределение ответов приводится в процентах от общего числа опрошенных вместе с данными предыдущих опросов (рис. 1). Статистическая погрешность данных этих исследований не превышает 3,4%. Респондентам был задан вопрос: «Как бы вы оценили работу жилищно-коммунальных служб, обслуживающих ваш дом?»



Рис. 1. Степень удовлетворенности граждан РФ услугами ЖКХ

Как видно из опроса, удовлетворенность услугами жилищно-коммунальных служб падает с каждым годом.

Аналогичные выводы можно сделать и из выступления на заседании организованного "Единой Россией" форума "ЖКХ – новое качество" председателя правительства РФ Дмитрия Медведева: «Число россиян, недовольных услугами ЖКХ, за последние годы значительно возросло, составив 60%. Судя по данным социологических опросов, более чем для половины наших граждан недовольны качеством жилищно-коммунальных услуг – одна из основных проблем, по всем социологическим замерам, главный вопрос, который задается, – это качество ЖКХ. Постепенно рождается и прагматичное отношение владельцев жилья к потреблению коммунальных услуг, люди не довольны такой системой, которая обеспечивает только минимум для выживания, которая способна ликвидировать аварию, и то непонятно, в какие сроки, а не предотвратить эту аварию», – сказал Медведев [2].

Что касается Томской области, согласно данным удовлетворенность услугами ЖКХ на 2012 год составляет 20,9 % [3]. Динамику степени удовлетворенности томичей услугами жилищно-коммунальных компаний представим ниже (рис. 2).

Степень удовлетворенности потребителей хотя и не является единственным показателем, характеризующим качество оказываемой услуги, но представляет собой наиболее значимый критерий. Приемлемость услуги, в конечном счете, устанавливает потребитель.



Рис. 2 – Степень удовлетворенности жителей Томской области услугами ЖКХ

Одним из способов решения проблемы удовлетворенности потребителей является разработка и внедрение системы менеджмента качества.

ва. Под данной системой понимается совокупность организационной структуры, методик, процессов и ресурсов, необходимых постоянного улучшения деятельности и повышения конкурентоспособности организации.

В России в настоящий момент отмечается тенденция к увеличению числа предприятий, СМК которых сертифицирована на соответствие стандарту ГОСТ ISO 9001-2011 (11764 сертификата в 2013 [4]).

Чем обусловлена необходимость внедрения системы менеджмента качества на предприятиях жилищно-коммунального комплекса?

Во-первых, внедрение действенной системы менеджмента качества позволит повысить эффективность процессов, выполняемых организацией, благодаря согласованному взаимодействию процессов и функций и четкому распределению ответственности и полномочий. При эффективном внедрении ГОСТ ISO 9001-2011 должен быть установлен баланс процессов и функций, позволяющий скоординировать работу всего предприятия и направить ее в русло достижения поставленных целей. На основе достигнутого баланса процессов и функций строятся внутренние связи между подразделениями, являющиеся основой системы менеджмента. Неопределенность в распределении ответственности и полномочий негативно сказывается на эффективности работы компании, вызывая постоянные сбои в протекании производственных процессов и создавая конфликтные ситуации в коллективе. Четкое распределение ответственности и полномочий является основой системы менеджмента качества и создает предпосылку для вовлечения всех сотрудников в процесс менеджмента качества на предприятии.

Во-вторых, эффективная система менеджмента может в помощь в достижении главной цели общества – удовлетворенности потребителя (жильца). Важным требованием СМК при взаимодействии с собственниками домов является обратная связь. Именно это требование позволяет реагировать на жалобы и обращения жильцов своевременно, выяснять устраивают ли жильцов варианты решения проблемы, что в свою очередь положительно влияет в целом на имидж компании. Кроме того, СМК предполагает обеспечение доступа к нормативно-правовым документам, а также возможность получения квалифицированных консультаций по интересующим вопросам.

В-третьих, по результатам разработки и внедрения СМК на предприятии, возможно проведение ее сертификации. Сертификация системы менеджмента предполагает не только единовременную выдачу сертификата ISO, но и контроль за деятельностью управляющей компании, в ходе которого производится оценка санитарно-технического, экологи-

ческого и прочего состояния жилых и нежилых помещений. Например, в рамках данных проверок анализируется деятельность по проведению сезонных осмотров общего имущества, составлению актов состояния имущества и формированию затрат на устранение выявленных дефектов

Наконец, немаловажным преимуществом является получение сертификата ISO. Наличие данного документа подтверждает, что управляющая компания располагает всеми техническими и кадровыми возможностями для оказания услуг, а также подтверждает качество и безопасность оказываемых услуг, что повышает конкурентоспособность организации.

Внедрение системы менеджмента качества подразумевает анализ соответствия деятельности управляющих компаний требованиям Жилищного кодекса, других нормативных документов, результативность системы охраны труда, пожарной безопасности, подомового учета.

Сертификация способствует повышению знаний работников и руководителей предприятий о своих должностных обязанностях, предоставляя пакет нормативно-правовых, методических и иных документов.

Главная задача СМК предприятия сферы жилищно-коммунальных услуг - организация работы, исключая ошибки персонала, снижающие качество оказываемых услуг. СМК призвана обеспечивать соответствие качества работ ожиданиям потребителей (заказчиков).

Список информационных источников

1. Левада-центр. Аналитический центр Юрия Левады. Медицина, образование и ЖКХ в представлении россиян. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.levada.ru/10-09-2013/meditsina-obrazovanie-i-zhkkh-v-predstavlenii-rossiyan/>. Загл. с экрана

2. РИА НОВОСТИ. Медведев: более половины россиян недовольны услугами ЖКХ. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://ria.ru/society/20140606/1010989900.html/>. Загл. с экрана

3. Томская область: статистика изменения основных показателей региона в абсолютных значениях. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://regionstat.ru/region.php?region=69/>. Загл. с экрана

4. ИСО - Международная организация по стандартизации. Разработчик и издатель международных стандартов. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.iso.org/iso/ru/home/standards/certification/iso-survey.htm?certificate=ISO%209001&countrycode=SV#countrypick/>. Загл. с экрана

ПРОБЛЕМЫ ВНЕРЕНИЯ МЕТОДОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

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 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.

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.

Впервые концепция бережливого производства получила распространение в России в начале XX века, когда была на пике популярности за рубежом и являлась конкурентоспособной концепцией организации бизнеса на международном рынке. К отечественным предприятиям, которые создали свою производственную систему, ссылаясь на бережливое производство, можно отнести Сбербанк, Группу ГАЗ, Иркут, Росатом, КамАЗ, Русал, ЕвразХолдинг, Еврохим, ВСМПО-АВИСМА, КУМЗ, Sollers [3].

Процесс внедрения методов бережливого производства в России вызывает трудности для отечественных предприятий. Руководители при использовании данной концепции начинают ждать мгновенного эффекта и не учитывают необходимость непрерывного и систематического совершенствования данного процесса.

Главными трудностями при внедрении бережливого производства на отечественных предприятиях выступают внешние и внутренние факторы.

К внешним факторам можно отнести:

–недостаток информации о сути и практическом применении данной концепции. В области бережливого производства существует огромное количество статей об уборке рабочего места, об эффективности концепции, но чрезвычайно мал объем точной и полезной в практическом отношении информации;

–спорная, противоречивая и разнообразная терминология. Такое понятие как «ценность» специалисты понимают по-разному, для кого-то это все действие, создающее ценность, а для кого-то это только маленькая ее часть;

–несоответствующая рыночная (финансовая) ситуация. Многие отечественные предприятия находятся в очень трудных ситуациях, поэтому им не до внедрения концепции бережливого производства.

К внутренним факторам относятся:

–недостаточные финансовые ресурсы. Часто говорят, что внедрение концепции не требует больших затрат, но именно недостаток средств на изменения, связанные с внедрением методов бережливого производства, не дает довести внедрение до успешного результата;

–нехватка времени у сотрудников. Многие предприятия поручают внедрение концепции персоналу, который занят операционными процессами, из-за чего деятельность ведется очень медленно;

–сопротивление персонала. Работники не желают принимать что-то новое, отвергают необходимость перемен, что приводит к торможению развития предприятия;

–недостаточное внимание и участие руководства, а также тоталитарный стиль управления. Иностранцы считают ключевой проблемой отечественных предприятий, что руководители привыкли приказывать, командовать, искать виновных и наказывать. Концепция бережливого производства в этом случае говорит: «Вам не нужен руководитель – Вам нужен наставник» [2].

Отечественным предприятиям при внедрении бережливого производства придется столкнуться с множеством трудностей, которые неизбежны, поскольку концепция была разработана людьми с менталитетом значительно отличающимся от российского. Но при тщательном, последовательном, систематическом изучении и осмыслении всей концепции, применение методов бережливого производства позволит значительно увеличить конкурентоспособность предприятия в любой сфере бизнеса.

Список информационных источников

1. ГОСТ Р 56020 – 2014 Бережливое производство. Основные положения и словарь. – М.: Стандартинформ, 2014. – 33 с.
2. Зинченко С.П. «Внедрение концепции производственных систем в России: типичные препятствия и вызовы». – Альманах «Управление производством», № 1, 2013.
3. Производственные системы России: Аналитическое исследование. – М.: Управление производством. Центр исследований и аналитики, 2012. – 151 с.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА

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.

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. Однако в стандарте не указывается, как конкретно выполнить эти требования. Это одна из основных проблем внедрения процессного подхода. Рассмотрим другие проблемы.

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 [1]. Эта проблема становится очевидной при переходе от функционального подхода к управлению процессному. На практике получается разработанная и описанная цепочка процессов, несоответствующая функциональной организационной структуре.

Это существенно снижает эффективность реализации процессного подхода, так как права, обязанности, ответственность и полномочия в рамках процесса распределяются неравномерно.

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.

При построении бизнес-процессов предприятия немаловажной проблемой является опасение высшего руководства, что затраты на внедрение процессного подхода и автоматизацию бизнес-процессов не дадут желаемого результата.

Формальное отношение к процессному подходу. Переход к процессному подходу при наличии такой проблемы практически невозможен. Высшее руководство и менеджеры должны уделять достаточное количество времени для внедрения процессного подхода.

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.

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 [2].

Также согласно новому стандарту усиливаются позиции процессного подхода в модели СМК. А именно, добавились новые требования об установлении требуемых входов и выходов, распределении ответст-

венности и полномочий, и об определении рисков для функционирования процессов [3]. 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.

Внедрение процессного подхода требует больших затрат временных и материальных ресурсов. В России процессный подход используют небольшое количество предприятий. Однако 90 % из 500 наиболее успешных компаний на мировом рынке внедрили процессный подход еще к 2001 г., остальные 10 % перешли к процессному управлению в 2006 г. [4]. Несмотря на вышесказанные проблемы можно с уверенностью сказать, что за процессным подходом к управлению будущее.

По мнению известного русского специалиста в области управления бизнес-процессами В. В. Репина [5], эффективное поддержание процессного управления невозможно без использования современных средств автоматизации. Для этого необходимо интегрировать, как минимум три системы: систему управления эффективностью, среду моделирования процессов и систему электронного документооборота. На рынке предоставлено достаточно отечественных систем, которые позволяют создавать комплексные, эффективные решения.

Список использованных источников

1. Корнев С. Л. О проблемах перехода от функционального к процессному управлению предприятием // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. – 2013 – №4 – С. 117 – 123. Васильков Ю. В., Гущина Л. С.

2. Система менеджмента рисков как инструмент управления экономикой предприятия. – 2012 – №2 – С. 10 – 15.

3. Аванесов Е. К. ISO 9001:2015 – на 10 лет вперед! // Методы менеджмента качества. – 2014 – №8 – С. 34 – 40.

4. Половинчук Д. Ю. Процессный подход к управлению деятельностью предприятия: преимущества и проблемы практического использования // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. – 2014 – №1 – С. 437 – 442.

5. Репин В. В. Комплексная система поддержки процессного управления: [Электронный ресурс] // В. В. Репин. – Электрон. ст. – Б. м., Б. г. – Режим доступа к ст.: http://www.finexpert.ru/view/standartizatsiya_deyatel_nosti_kompanii_strategiya_sozdaniya_kul_tury_raboty_s_biznes_protssami/863.htm 17.05.2010.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОКУМЕНТИРОВАННОЙ ПРОЦЕДУРЫ «УПРАВЛЕНИЕ НЕСООТВЕТСТВУЮЩЕЙ УСЛУГОЙ» В ЦЕНТРЕ 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

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 [2]. 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 принципом 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.eup.ru/DOCUM4/iso-doc.htm>. 24.09.2014

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/. 20.09.2014

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.

ВНУТРЕННИЙ АУДИТ КАК СПОСОБ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ

Редькина А.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

В современных условиях изменения внешней среды, при постоянном повышении сложности процессов управления, расширении масштабов компании и разделении функций владения и управления компанией, внутренний аудит становится инструментом повышения результативности деятельности организации, её конкурентоспособности.

Стандарт ISO 19011 определяет аудит как систематический, независимый и документированный процесс получения свидетельств аудита и объективного их оценивания с целью установления степени выполнения согласованных критериев аудита [1]. Требование о проведении внутренних аудитов системы менеджмента качества содержится в п. 8.2.2 стандарта ГОСТ ISO 9001-2011.

Внутренний аудит качества в организации позволяет значительно улучшить систему управления качеством, и в итоге улучшить качество самой продукции или услуг.

Следовательно, внутренний аудит является одним из инструментов для мониторинга и проверки результативности внедрения и функционирования СМК. Результаты внутренних аудитов предоставляют такого рода информацию для анализа со стороны руководства, что позволяет разработать корректирующие действия и выявить возможности улучшения, как отдельных процессов, так и системы в целом [1].

Преимущества этого вида контроля над традиционными очевидны. Во-первых, руководитель сам инициирует контроль, а, следовательно,

но, заинтересован в объективных результатах и не склонен выделять подразделения и должностные лица, деятельность которых может быть выведена из-под проверки. Во-вторых, являясь инструментом улучшения, аудит призван не выявлять нерадивых работников и наказывать их за некачественную работу, а определять несоответствия и причины их появления. Формируется атмосфера взаимосоотрудничества проверяющих и проверяемых, обе стороны мотивированы на решение проблемы. В-третьих, аудитор не диктует алгоритм поведения в проблемных ситуациях, а изучая состояние дел, предлагает руководителям процессов совместно определить пути решения проблем, наиболее адекватные для данного структурного подразделения действия [2].

Предложения и рекомендации по организации и проведению внутреннего аудита способствуют повышению эффективности процесса внутреннего аудита в целом. Повышение эффективности внутреннего аудита во многом зависит от правильной организации его работы. В ходе внутреннего аудита получают свидетельства аудита. Важно, чтобы полученные свидетельства были объективными, так как они могут повлиять на принятие решений в отношении достижения целей и задач, стоящих перед предприятием в целом и его подразделениями [3].

Анализ отчетов внутренних аудиторов компании ООО «Промышленник-П» за 4 года показал динамику уменьшения количества выявленных несоответствий со 36 в 2008 году до 8 в 2012 году. По всем нарушениям своевременно спланированы и проведены корректирующие действия. По трем процессам разработаны и реализованы предупреждающие действия. Проведено два инспекционных аудита. Предложено свыше восьмидесяти предложений по улучшению процессов жизненного цикла.

В процедуру проведения внутренних аудитов вовлечено более 50 человек, прошедших специальную подготовку и оценку. По итогам опросов членов аудиторских групп внутренний аудит стал привычным видом контроля, имеющим существенные преимущества перед традиционным. Независимость, честность, конфиденциальность, вежливость, беспристрастность аудиторов, объективность аудита, принятие решений на основе фактов, достоверность результатов делают его эффективным и надежным инструментом в повышении качества продукции [2].

Таким образом, плановое, систематическое проведение внутренних аудитов системы менеджмента качества способствует своевременному принятию адекватных управленческих решений, направленных на устранение и предупреждение возникновения нарушений, что способствует повышению качества предоставляемой продукции, и как следствие, повышения результативности организации.

Список информационных источников

1. Внутренний аудит в России [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.pwc.ru/ru/>. 20.09.2014
2. Сажин Ю. В. Внутренний аудит систем качества как средство поиска направлений их улучшения // Качество. Инновации. Образование. – Спб, 2012. – Т.1. - № 5. – С. 41-45.
3. Макаренко Е.Н. Внутренний аудит в системе управления предприятием [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://dis.ru/24.09.2014>

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТОВАРА

Родченкова Е.С.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Проблемы качества актуальны абсолютно для всех товаров и услуг. А качество товаров затрагивает интересы каждого из нас. В нашем сложном мире мы должны разбираться в качестве товаров. Качество – одна из основополагающих характеристик товара, которая оказывает решающее влияние на создание потребительских предпочтений и формирование конкурентоспособности. Качество товара – совокупность свойств, характеристик, обуславливающих их пригодность удовлетворять определенные потребности населения в соответствии с его назначением.

В настоящее время повышение качества продукции является широко обсуждаемой темой. Одним из способов решения проблем повышения качества продукции является контроль качества. Как известно, при контроле качества применяются органолептический, лабораторный, экспертный, измерительный и регистрационный (социологический) методы.

Органолептический метод – качество устанавливается с помощью органов чувств (зрения, слуха, обоняния, осязания, вкуса) по внешнему виду, цвету, консистенции. Внешний вид товара определяют осматриванием, составляя общее зрительное впечатление.

Цвет устанавливается при естественном освещении: по эталонам (жареный кофе); по цветовой шкале (чай); по специальным прописям (вино).

Вкус и запах – важнейшие показатели качества продуктов. Различают 4 вида вкуса: сладкий, соленый, кислый, горький. На вкус могут оказывать влияние различные вещества, вызывая острый, жгучий, терпкий привкус. Посторонний привкус может изменить качество продукта. Интенсивность запаха зависит от количества выделенных из продукта летучих веществ.

Каждый продукт имеет свойственную ему консистенцию, ее проверяют легким прощупыванием, нажатием, надавливанием, размазыванием, прокалыванием. С помощью осязательных ощущений можно получить представление о клейковине пшеничного теста, о пропеченности мякиша, об упругости охлажденного мяса.

Звуковыми и слуховыми ощущениями проверяется зрелость арбузов.

Для того чтобы сделать органолептическую оценку более объективной, для некоторых продуктов введена балльная оценка. При балльном способе оценки качества органолептические показатели оцениваются определенным количеством баллов, после чего результаты суммируются. Сумма всех баллов выражает общую оценку товара или его товарный сорт. Так, качество твердых сычужных сыров оценивают по сто балльной системе:

- на вкус и запах отводится 45 баллов;
- консистенция оценивается в 25 баллов;
- рисунок – 10 баллов;
- цвет текста – 5 баллов;
- внешний вид – 10 баллов;
- упаковка и маркировка – 5 баллов.

Лабораторный метод оценки качества требует специальной аппаратуры, инструментов, он более сложный и длительный, но точный и объективный. В лабораториях проводят физические, химические, физико-химические, биохимические, микробиологические исследования качества продуктов.

Измерительный метод. При этом методе численные значения показателей качества продукции определяют на основе технических средств измерений. Результаты этого метода объективны и выражены в конкретных единицах измерения. Но этот метод требует специального оборудования, химических реактивов, специально подготовленных работников.

Социологический метод. Показатели качества определяют на основе сбора и анализа мнений потребителей. На специально организованных покупательских конференциях, выставках-продажах, дегустаци-

ях потребители заполняют анкеты-вопросники, которые затем обрабатываются.

Экспертный метод. Решение о качестве продуктов принимается экспертами. В экспертную группу входят высококвалифицированные специалисты по данному товару – ученые, технологи, товароведы и др. Различают следующие виды экспертных оценок:

- Индивидуальные оценки основаны на использовании мнения отдельных экспертов, независимых друг от друга;
- коллективные оценки основаны на использовании коллективного мнения экспертов;
- совместное мнение обладает большей точностью, чем индивидуальное мнение каждого из специалистов;
- метод парных (бинарных) сравнений. Основан на сопоставлении экспертом альтернативных вариантов, из которых надо выбрать наиболее предпочтительные;
- метод векторов предпочтений. Эксперт анализирует весь набор альтернативных вариантов и выбирает наиболее предпочтительные;
- метод фокальных объектов. Основан на перенесении признаков случайно отобранных аналогов на исследуемый объект;
- индивидуальный экспертный опрос. Опрос в форме интервью или в виде анализа экспертных оценок. Означает беседу заказчика с экспертом, в ходе которой заказчик ставит перед экспертом вопросы, ответы на которые значимы для достижения программных целей. Анализ экспертных оценок предполагает индивидуальное заполнение экспертом разработанного заказчиком формуляра, по результатам которого производится всесторонний анализ проблемной ситуации и выявляются возможные пути ее решения. Свои соображения эксперт выносит в виде отдельного документа;
- метод средней точки. Формулируются два альтернативных варианта решения, один из которых менее предпочтителен. После этого эксперту необходимо подобрать третий альтернативный вариант, оценка которого расположена между значений первой и второй альтернативы.

Экспертные методы оценки нашли широкое применение в промышленности. Имеют следующие преимущества перед другими методами. Во-первых, простота организации, данный метод не требует больших финансовых вложений. Во-вторых, использование статистической обработки. В-третьих, возможность охвата больших групп

Особенность метода экспертных оценок заключается в научном понимании организации проведения всех этапов экспертизы, а также в применении количественных методов на каждом этапе.

Экспертные оценки – важный инструмент в повышении качества управления на всех уровнях.

Список информационных источников

1. Алексеев Л.А., Янушевская М.Н. Основы обеспечения качества / Пособ. Для вузов. – М.: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 162 с.
2. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Экспертные оценки в принятии плановых решений. – М.: Экономика, 1976. 287 с.
3. Володарский В.Я. Что такое средство измерений // Законодательная и прикладная метрология. – 2004. – № 3 – С. 30 – 34.
4. Иванов В.А., Старкова Г.П. Принятие решений экспертными методами в экономике и производстве- М.: Открытый институт МГУДТ, 2003
5. Собко В.П. Почему нельзя отождествлять термины «измерение» и «оценка» // Законодательная и прикладная метрология. – 2002. – № 2 – С. 49 – 51.
6. Шишкин И.Ф. Основы метрологии, стандартизации и управление качеством: Учеб. Для вузов / Под ред. акад. Н.С. Соломенко. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 342 с.

ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ НАССР НА РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Сацута А.Е.

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

Современный этап развития пищевой отрасли прежде всего характеризуется распространением различных видов добавок в пищевые продукты (в т.ч. генетически модифицированных) и развитием новых способов обработки пищевой продукции. Причем, и то и другое может оказывать неоднозначное и, часто, не до конца изученное воздействие на человеческий организм, вызывая различные патологии и аллергические реакции. Это происходит на фоне повышенного эпидемиологического риска глобальных масштабов в связи с распространением такой болезни, как «птичий грипп» на экспортируемые пищевые продукты. Все это заставляет постоянно повышать требования к безопасности пи-

щевой продукции, а также к продуктам, готовым к употреблению, выявляя и предупреждая малейшие риски [2].

В связи с этим, с 1 июля 2013 года на территории Российской Федерации введен в действие Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Особенностью данного технического регламента 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».

Данный технический регламент распространяется на всех пищевых производителей, осуществляющих свою деятельность в рамках Таможенного союза (на территории стран Беларуси, Казахстана, России). Таким образом, для законного оборота пищевой продукции (производители, дистрибьюторы, перевозчики, оптовые и розничные сети, кафе и рестораны) обязаны продемонстрировать наличие системы менеджмента безопасности пищевой продукции построенной в соответствии с системой НАССР [1].

Система НАССР – (Hazard Analysis and Critical Control Points в переводе с английского – анализ рисков и критические точки контроля) – 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 [2].

Работа по НАССР направлена на конкретные действия для обеспечения безопасности пищевой продукции. Ясное понимание принципов НАССР является залогом принятия правильных решений и совершения нужных шагов на пути к эффективной системе менеджмента. Для эффективного функционирования система НАССР должна быть спроектирована, разработана и внедрена на уровне схемы структурного управления компании и включена в общие процессы управления [4].

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 – обмен информацией, осуществляемый на этапах цепи создания пищевой продукции, обеспечивает идентификацию и контроль опасностей, влияющих на безопасность пищевой продукции на всех этапах ее создания. Это подразумевает обмен информацией между организациями, работающими на всех этапах создания пищевой продукции;

•программы предварительных обязательных мероприятий – основные необходимые условия и мероприятия для поддержки гигиенической среды, подходящей для производства, управления и предоставления безопасности продукции потребления;

•критическая контрольная точка – управляемый этап, существенный для предотвращения, устранения или сведения до приемлемого уровня нарушений безопасности продуктов питания [4].

•Принципы ХАССП, к ним относятся:

- 1)Идентификация потенциального риска или рисков;
- 2)Выявление критических контрольных точек в производстве для устранения (минимизации) риска или возможности его появления;
- 3)Установление и соблюдение предельных значений параметров ККТ;
- 4)Разработка системы мониторинга;
- 5)Разработка корректирующих действий;
- 6)Разработка процедуры проверки;
- 7)Документирование процедуры системы.[5]

Внедрение системы НАССР представляет – трудоемкое мероприятие, оно включает в себя последовательность следующих этапов:

| |
|---|
| 1.Сбор команды НАССР |
| 2.Описание продукта |
| 3.Определение предполагаемого использования |
| 4.Построение и проверка блок-схемы |
| 5.Определение опасностей и оценка рисков |
| 6.Определение ККТ |
| 7.Установление пределов для ККТ |
| 8.Определение мониторинга ККТ и корректирующих действий |
| 9.Установление проверочных процедур |
| 10.Установление процедур документирования и записей |

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 ос-

нове 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. Среди них такие известные предприятия, как кондитерская фабрика «СладКо», Екатеринбург, производитель молочной продукции ОАО «Савушкин продукт», Москва, макаронные изделия ОАО «Макфа», Челябинск, рыбоперерабатывающее предприятие «Балтийский берег», Санкт-Петербург.[5]

На предприятии ООО ПКП «Провансаль» г. Томска, производящем майонезы, соусы и масла происходит процесс внедрения системы НАССР, в таблице 1 представлена схема разработки процесса «Управление стеклом», который был спроектирован на этапе Определения опасностей и оценки рисков.

Таблица 1. Схема разработки процесса «Управление стеклом»

| | |
|----------------|--|
| Первый этап | Были расписаны основные требования обращения со стеклом, стеклянными изделиями, а также изделиями из хрупкого пластика: «Все стеклянные предметы, используемые в работе цехом, подлежат строгому учёту и заносятся в перечень, перечень стеклянных предметов обновляется раз в полгода (или по мере необходимости) начальником цеха или технологом» |
| Второй этап | Были распределены полномочия и ответственности по уходу и обращению за стеклом/стеклянными предметами: «За состояние окон в производственных цехах отвечает начальник цеха, на складе инженер складского хозяйства. Оконные стекла, бактерицидные лампы, часы (стёкла заклеены прозрачной плёнкой), термометры, гигрометры осматриваются: технологом каждую смену при обходе цехов, складов – кладовщиком. На битую посуду, термометры, гигрометры и другое стекло в каждом отдельном случае составляется акт, в присутствии начальника подразделения, на основании акта стекло утилизируется. Акт хранится у руководителя подразделения» |
| Третий этап | Были расписаны требования при битье стекла/стеклянных предметов: «В случае битья стеклянного предмета, необходимо: 1) Остановить работу, которая ведётся в зоне возможного попадания осколков; 2) Внимательно осмотреть все предметы и поверхности в данной зоне и собрать осколки, по возможности установить, все ли осколки собраны, путём примерного восстановления первоначального состояния разбитого предмета; 3) В случае если стекло попало или есть вероятность его попадания непосредственно в продукт, продукт признается несоответствующего качества и утилизируется на основании акта.» |
| Четвертый этап | Был составлен перечень всех стеклянных изделий, межкомнатных стеклянных перегородок, окон, а также изделий из хрупкого пластика. |

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. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». – Режим доступа: <http://www.tehreg.ru/> Загл. с экрана.

2. ХАССП, информационный портал. – Режим доступа: <http://www.register-sic.com/> Загл. с экрана.

3. Стандарты Комиссии Кодекс Алиментариус САС\RCP 1-1969,3 – 1997 – «Общие принципы пищевой гигиены», пищевой кодекс. – Режим доступа: <http://www.icc-iso.ru/> Загл. с экрана.

4. 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

5. Гастрономия бакалея, интернет-журнал. – Режим доступа: <http://my-gb.ru/> Загл. с экрана.

ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ СОКРАЩЕНИЯ РИСКА НА ВСЕХ ЭТАПАХ ФОРМИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ПРОГРАММЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Халикова Р.Н.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Существенную роль в процессе формирования инновационной программы предприятия играет управление рисками. Инновационным проектам, а следовательно, и инновационной программе сопутствует высокая степень неопределенности результатов деятельности и связанная с ней высокая степень риска потерь.

Риск в инновационной деятельности можно определить как вероятность того, что ожидаемый эффект от реализации инновационной программы не будет получен вообще или будет получен лишь частично. Таким образом, с целью повышения эффективности инновационной программы предприятия особое внимание необходимо уделить планированию надежности разрабатываемой программы. Под надежностью понимается способность управляющей системы предприятия обеспечивать ожидаемые результаты и цели инвестиционных решений в условиях проявления рисков. Риски проекта снижают вероятность достижения планируемых результатов, а следовательно, и надежность самого процесса интеграции.

В общем виде процесс планирования надежности инновационной программы предприятия представляет собой реализацию следующих шагов:

- 1.Выявление рисков.
 - 2.Идентификация (сценарий воздействия).
 - 3.Определение приоритетности рисковых ситуаций.
 - 4.Оценка риска (определение вероятности возникновения).
 - 5.Анализ (определение последствий – влияние на ход и результаты разработки инновационной программы).
 - 6.Ранжирование основных типов рисков.
 - 7.Разработка мероприятий по управлению рисками.
- Рассмотрим каждый этап более подробно.

Основной задачей на **первом этапе** системы управления надежностью служит выявление комплекса рисков, которые могут возникнуть в

процессе разработки инновационной программы. Здесь проступает главная проблема риск-менеджмента в России – нехватка сведений. Существует два основных способа преодоления этой проблемы. Один из них – это анализ финансовых документов, но он подходит только для финансовых рисков, например, связанных с торговыми операциями. Для обнаружения остальных помогает второй способ – общение с менеджерами, принимающими риски. По результатам анализа полученной информации выделяют основные группы рисков. Однако при составлении такого перечня рисков важно помнить, что для предприятий, работающих в разных отраслях, его состав может быть другим.

На **этапе идентификации рисков** необходимо проанализировать возможные источники (причины) возникновения каждого выявленного вида рисков и построить несколько наиболее вероятных сценариев развития рискованных ситуаций с постановкой вопросов типа «что будет, если...?». Невозможно оценить все сценарии, однако постановка вопросов и разработка нескольких сценариев развития ситуации позволит определить наиболее вероятные проблемы, которые способны существенно повлиять на достижение планируемых результатов.

Построение сценариев позволяет экспертам оценить на **третьем этапе** приоритетность событий, выступающих в качестве источников основных типов рисков интеграции, а также исключить из рассмотрения незначимые риски, которые несущественно влияют на возникновение основных типов внутренних рисков интеграции, способных привести к существенному снижению величины чистого денежного потока от интеграции. В качестве удобного для оценки приоритетности можно предложить метод парных сравнений.

В качестве инструмента на **этапе оценки рисков**, применяемого для решения данной задачи, предлагается использовать теорию нечетких множеств. Риски могут быть оценены, например, на основе вероятности их возникновения и времени воздействия на процесс разработки (табл. 1).

Таблица 1. Классификация рисков по времени воздействия

| Ранг рисков | Время воздействия рискового события | |
|-------------|-------------------------------------|--|
| | Количественный подход | Качественный подход |
| | Pq (баллы) | |
| Низкий | 1 | События происходят в течение продолжительного периода, и есть время на реакцию и воздействие на риск |
| Средний | 2 | События происходят быстро, но с растянутым эффектом и ограниченной возможностью их предупреждения |
| Высокий | 3 | Внезапное событие с мгновенным эффектом |

В этом случае один балл и «низкий уровень» получают события, происходящие в течение продолжительного периода, и есть время на реакцию и воздействие на риск. Два балла и «средний уровень» присваиваются событиям, происходящим быстро, но с растянутым эффектом и ограниченной возможностью их предупреждения, а три балла и максимальный – «высокий» уровень предусмотрены для внезапных событий с мгновенным эффектом. Оценка вероятности возникновения основных типов рисков позволяет оценить надежность разработки инновационной программы.

Следующим шагом является **оценка влияния возникновения риска** на отклонение чистого денежного потока предприятия, ИП и интеграции в целом, что дает возможность оценить тяжесть последствий проявления риска.

На **шестом этапе** необходимо провести ранжирование рисков, то есть их упорядочивание в соответствии с возможной величиной ущерба проекту, зависящей от вероятности свершения рисков событий и их последствий.

Риски могут быть проранжированы, например, на основе вероятности их возникновения, времени воздействия и тяжести последствий их возникновения для процесса интеграции. Ранжирование рисков проводится экспертным методом путем составления матрицы соответствия уровня риска в баллах соответствующей вероятности его возникновения. В качестве примера можно предложить матрицу, представленную в таблице 2. Один балл получают события с очень низкой степенью вероятности, два – с низкой вероятностью, три балла – со средней вероятностью, четыре – с высокой вероятностью и пять – с очень высокой вероятностью возникновения. Такая же матрица строится для остальных критериев ранжирования.

Для ранжирования рисков по значимости целесообразно ввести понятие ожидаемой величины риска (ОВР). ОВР вычисляется как произведение вероятности возникновения риска на оценку последствий возможной его реализации. Оцененные риски подвергаются группировке по степени их значимости, после чего определяется тот набор рисков, который будет контролироваться в ходе данного проекта. Методика отбора рисков для контроля варьируется от проекта к проекту и зависит от конкретного случая.

Таблица 2. Классификация рисков по вероятности возникновения

| Виды рисков | Вероятность возникновения (P) | | |
|------------------|-------------------------------|----------------------|---|
| | Количественный подход | | Качественный подход |
| | P _q (баллы) | P (в долях единицы) | |
| Слабовероятные | 1 | $0,0 < P \leq 0,1$ | Риск может возникнуть в исключительных случаях |
| Маловероятные | 2 | $0,1 < P \leq 0,3$ | Редкий случай, но уже имевший место прежде |
| Вероятные | 3 | $0,3 < P \leq 0,55$ | Наличие свидетельств, достаточных для предположения возможности возникновения риска |
| Весьма вероятные | 4 | $0,55 < P \leq 0,85$ | Риск может возникнуть |
| Вполне возможные | 5 | $0,85 < P < 1,0$ | Риск, скорее всего, возникнет |

В зависимости от специфики деятельности предприятия и внедряемого инвестиционного проекта на каждом отдельном предприятии должна быть выработана своя классификация и критерии ранжирования.

Последний этап включает разработку мероприятий по уменьшению вероятности наступления негативного события. Для каждого из рассматриваемых рисков строится система реагирования, которая включает в себя описание осуществляемых мероприятий, перечень персонала, вовлеченного в работу, оценку затрат, влияние риска на ход разработки инновационной программы, решение других связанных вопросов и, самое главное, план конкретных работ по реагированию на риск в случае его возникновения.

Основными способами сокращения риска на всех этапах формирования инновационной программы предприятия являются самострахование и избежание риска, а также улучшение информированности при разработке инновационной программы. Следовательно, можно предложить следующие способы сокращения рисков:

Диверсификация инновационной деятельности:

- включение в инновационную программу инноваций различных направлений;
- включение в инновационную программу проектов разной длительности (краткосрочных, среднесрочных, долгосрочных).

Распределение рисков:

- трансферт части рисков поставщикам, посредникам, покупателям;
- передача части работ сторонним организациям;
- кооперирование с другими организациями.

Самострахование:

- учет резерва при составлении бюджета;
- заблаговременный подбор квалифицированного персонала;
- заблаговременное преодоление сопротивления среды бизнеса;
- создание целевых резервных фондов;
- создание временных заделов.

Улучшение информированности и устранение неопределенности:

- анализ рынка;
- анализ научных достижений в выбранном направлении.

Использование предложенного процесса планирования надежности инновационных программ позволит своевременно оценить возможные последствия проявления рисков, наладить четкую систему управления внутренними рисками, повысить надежность инновационной программы и, впоследствии, обеспечить получение запланированных результатов разработки инновационной программы на предприятии. Таким образом, основной целью использования предложенного процесса является снижение влияния негативных факторов и создание эффективной для предприятия инновационной программы.

Список информационных источников

1. Учебное пособие - Теория риска и моделирование рисков ситуаций (второе высшее образование);
2. Кузьмин Е.А. Идентификация рисков в управлении проектами методом анализа балансов факторов и отклонений Научная статья. Опубликовано: Управление финансовыми рисками, № 3 (31), 2012. – С. 200-214 Аннотация;
3. Балдин К.В., управление рисками: Учеб. Пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности экономики и управления / К. В. Балдин, С. Н. Воробьев. – М.: ЮНИТИ _ ДАНА , 2012. – 511с.
4. Недосекин А.О., Абдулаева З.И. Риски бизнеса: идентификация, анализ, управление;
5. Христиановский В. В., Щербина В. П. Экономический риск и методы его измерения. Донецк ДонНУ, 2000.-197 с.
6. Уткин Э. А., Фролов Д. А. Управление рисками предприятия. Учебно-практическое пособие.- ТЕИС, 2003.- 247 с.

КАЧЕСТВО ПРОЦЕССА АТТЕСТАЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Шлякова Н.Н.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Физические методы неразрушающего контроля (методы 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.

Специалисты, осуществляющие неразрушающий контроль должны быть аттестованы в соответствии с Правилами аттестации персонала в области неразрушающего контроля. Аттестация специалистов в области неразрушающего контроля проводится в целях подтверждения их компетентности и предоставления права на выполнение работ по одному или нескольким методам неразрушающего контроля. Помимо перечисленного, аттестация специалистов НК обязательна для организаций, которые осуществляют деятельность по неразрушающему контролю на опасных производственных объектах и организаций, проводящих аттестацию в области неразрушающего контроля.

Качество процесса аттестации, т. е. в какой степени она по своим параметрам качества будет соответствовать ожиданиям потребителя, зависит от качества выполнения предыдущих этапов жизненного цикла процесса при предоставлении данной услуги.

Жизненный цикл процесса аттестации специалистов НК состоит из 4 этапов:

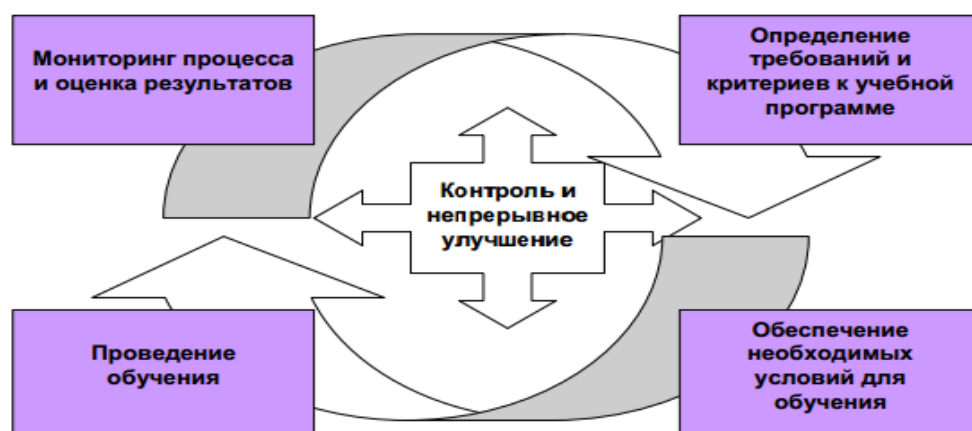


Рис. 1. Жизненный цикл процесса аттестации специалистов НК

Качество процесса аттестации специалиста – это не только определенный уровень материально–технической базы, технологии, организация производства, но и соответствующий уровень профессионализма и культуры управленческих решений.

Для формального описания качества данного процесса используются показатели качества, приведенные в таблице 1:

Таблица 1. Показатели качества услуг

| Показатель | Краткое описание |
|--------------------|--|
| Надежность | Способность провести обещанную аттестацию в установленном объеме |
| Своевременность | Проведение аттестации в необходимые клиенту или оговоренные сроки |
| Длительность | Период обслуживания потребителя |
| Материальность | Восприятие помещений, наличие необходимого оборудования, внешний вид персонала |
| Технологичность | Особенности протекания технологического цикла выполнения аттестации |
| Отзывчивость | Искреннее желание помочь клиенту и быстрое оказание ему услуг |
| Профессиональность | Численный состав сотрудников, участвующих в процессе аттестации, а так же профессионально-квалифицированные характеристики |
| Полнота | Предоставление клиенту услуги в полном объеме |
| Безопасность | Гарантия того, что в процессе аттестации не возникнет вреда здоровью и имуществу клиента |
| Информационность | Экологические характеристики услуг, процесса аттестации |

Несоответствие данным критериям свидетельствует о ненадлежащем качестве процесса аттестации специалистов.

Причины несоответствия могут быть выявлены следующие:

1. Неправильная оценка руководством организации ожиданий потребителя часто происходит, когда руководство даже не пытается узнать требований потребителей. Часто менеджеры считают, что они прекрасно осведомлены о нуждах потребителей, но, поскольку никаких исследований не проводилось, данное мнение ошибочно.

2. Достижение определенного качества аттестации специалистов в НК затрудняется из-за упущений в процессе ее предоставления. Вполне возможно, что качество процесса, процедура ее предоставления разработаны хорошо, тем не менее, менеджеры не имеют возможности или просто не желают направить ресурсы организации на устранение проблемы. Нельзя исключить и недостаточную разработку системы аттестации.

3. Низкое качество обслуживания возможно, если сотрудники аттестационного центра, непосредственно обслуживающие потребителей, недостаточно мотивированы или не способны выполнить задания.

4. Ожидаемая аттестация, возможно, оценивается из-за неправильного ее восприятия. Оценка данного процесса зависит от того, удовлетворяет она или превосходит ожидания потребителей. Реклама, завышающая качество аттестации, приводит к снижению их воспринимаемого качества, т. к. результат не оправдывает потребительских ожиданий.

Факторы, влияющие на процесс аттестации специалистов неразрушающего контроля:

1. Качество субъекта получения аттестационной услуги.

2. Качество объекта предоставления аттестации.

1. Качество управления (назначение, принципы, методы, цели, структура, организация планирования).

2. Качество проекта предоставления аттестации (структура и содержание программы обучения).

3. Качество ресурсного обеспечения процесса предоставления услуги: материально-технического (аудитории, оборудование, лаборатории); методического (учебная литература, пособия и т. д.); профессорско-преподавательского и вспомогательного состава; финансового и т. д.

3. Качество процесса предоставления аттестационной услуги.

1. Качество организации и реализации применяемых технологий аттестации (структура взаимодействия субъектов, форма и содержание образовательных процессов, мотивационные факторы).

2. Качество контроля процесса.

3. Качество контроля результатов аттестации.

Качество процесса аттестации специалистов неразрушающего контроля, остается одной из серьезных проблем развития системы качества предприятия. Кроме того, удовлетворенность, лояльность клиентов является важнейшим конкурентным преимуществом любой организации, что в особенности характерно для сферы услуг.

Список информационных источников

1. Абрамов С.С. Оценка качества услуг с учетом позиции потребителя // Экономика и экономические науки. – 2011. – №1

2. Менеджмент в СОО. [Электронный ресурс] режим доступа: <http://www.ido.rudn.ru/open/menegment>. 19.12.14.

3. ПБ 03–440–02. Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля. – М: НПО ОБТ, 2002.

Секция 2

БЕЗОПАСНОСТЬ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА: ТЕХНОЛОГИИ, ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

ПЛАЗМАТРОНЫ

Демченко П.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Плазмотроны – генераторы низкотемпературной плотной плазмы – нашли самое широкое применение в разных областях человеческой деятельности, особенно в промышленности, благодаря своим уникальным свойствам и возможностям. В плазмотронах получают потоки плазмообразующего вещества с высокой температурой и энтальпией, которые не достигаются другими средствами, получают плазму практически любого вещества.

Существует несколько типов используемых плазмотронов:

1. Электродуговые плазмотроны – имеет не менее одного анода и катода к которым подключен источник питания плазмотрона постоянного тока.

2. Высокочастотные плазмотроны – не используют для своего функционирования электродов/катодов. Для связи с источником питания плазмотрона используется индуктивный/емкостной принцип.

3. Сверхвысокочастотные плазмотроны (плазмохимический реактор) – предназначены для конверсии углеводородного газа в наноструктурный углерод и водород путем разложения молекул газа в свч разряде без участия катализатора и буферного газа.

Волноводы с согласованной нагрузкой

Волноводные согласованные нагрузки выполняют в виде поглощающих вставок переменного профиля в отрезке короткозамкнутого волновода. В маломощных нагрузках вставки имеют вид тонких диэлектрических пластин, покрытых графитовыми или металлическими пленками. Объемные поглощающие вставки с большой мощностью рассеивания выполняют из композитных материалов на основе порошков графита, карбонильного железа или карбида кремния.

Для уменьшения отражений поглощающим вставкам придают вид клиньев или пирамид. Наименьшие отражения в широкой полосе частот обеспечиваются от вставок, входная часть которых имеет форму экспоненциального клина в плоскости вектора E . Для устранения отражения от короткозамыкателя вставка должна вносить ослабление 20–25 дБ.

Для улучшения теплоотвода площадь соприкосновения вставки со стенками волновода делают максимальной, а внешнюю поверхность волновода снабжают радиатором.

Волноводы с коаксиальным переходом. Типы.

Очень распространенными узлами СВЧ - трактов являются переходы с одной линии передачи на другую, которые также называют возбудителями волны заданного типа. По схеме замещения переходы являются взаимными реактивными четырехполюсниками, и в их проектировании основное внимание уделяется достижению Хорошего качества согласования входов в полосе частот при обеспечении необходимой электрической прочности. Рассмотрим ряд характерных конструкций переходов.

Возбуждение прямоугольного волновода с волной типа H₁₀ от коаксиального волновода с T-волной производится с помощью коаксиально-волноводных переходов.

Основным элементом таких переходов являются обтекаемые электрическим током штыри, размещаемые в короткозамкнутом с одной стороны волноводе параллельно силовым линиям поля E.

В зондовом переходе согласование входов обеспечивается изменением длины зонда l_з, а также подбором расстояний l и x, определяющих положение зонда. Для расширения полосы частот согласования желательно увеличивать диаметр зонда d. При тщательном выполнении зондовый переход обеспечивает полосу частот согласования 15–20 % относительно расчетной частоты при КБВ^{30,95}. Недостатком зондового перехода является снижение электропрочности из-за концентрации силовых линий поля E на конце зонда. В определенной мере этот недостаток преодолевается в коаксиально-волноводном переходе с последовательным шлейфом, однако даже при самом тщательном подборе расстояний l и l_ш рабочая относительная полоса частот составляет ~7%.

Лучшие результаты по согласованию и электропрочности имеет переход с поперечным стержнем, дополненный согласующей индуктивной диафрагмой. В такой конструкции достижима относительная полоса частот согласования ~15%. Максимальных широкополосности (~20% при КБВ^{30,95}) и электропрочности достигают в коаксиально-волноводных переходах так называемого «пуговичного» типа, требующих, однако, тщательного экспериментального подбора формы проводников в сочетании с дополнительной настройкой качества согласования с помощью индуктивной диафрагмы.

Применение коаксиально-волноводных переходов для возбуждения волны E10.

СВЧ – плазмотроном волноводного типа на основе (в.к.п.).

Данный СВЧ плазмотрон 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 [1]. 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 короткозамыкающий 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.

Выбор размера волновода и расчет затухания

Для того, чтобы нам выбрать размер волновода, нам нужно знать частоту(f) и длину волны (l). Частота у нас равна $f=2450 \text{ МГц}$.

По формуле 1 рассчитываем длину волны:

$$l=C/f \quad (1),$$

где C – скорость света $3 \times 10^8 \text{ м/с}$; $l=3 \times 10^8 / 2,45 \times 10^9=12,54 \text{ [см/с]}$.

По таблице в приложении 5 [2] определяем размеры волновода.

Так как у нас $f = 2450$ а $l=12,54$, то следует, что размер волновода равен $90 \times 45 \text{ мм}^2$.

Рассчитываем коэффициент затухание полученного волновода для никеля:

$$(\sigma)_{H_{10}} = \frac{\sqrt{\frac{\omega^2 \mu_{ст} \varepsilon \varepsilon_0}{2\sigma_{ст} \mu}}}{b \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{\lambda_{кр}}\right)^2}} \left[1 + 2 \frac{b}{a} \left(\frac{\lambda}{\lambda_{кр}}\right)^2 \right], \quad (2),$$

$$\square = 2\pi f = 2 * 3.14 * 2450 = 15.386 * 10^6; \lambda_{кр} = 2a;$$

$$\lambda_{H10} = \frac{\sqrt{\frac{15.386 * 10^6 * 1.100 * 1.28 * 10^{-4} * 0.886 * 10^{-11}}{2 * 1.28 * 10^7 * 1.286 * 10^{-8}}}}{45 \sqrt{1 - \left(\frac{12.24}{2 * 90}\right)^2}} * \left[1 + 2 \frac{45}{90} \left(\frac{12.24}{2 * 90}\right)^2 \right] = 0.21125 * 10^{-10} \left[\frac{\text{ДБ}}{\text{м}} \right].$$

Расчет напряженности электрического поля при мощности 2кВт:

$$(P_{проб})_{H_{10}} = \frac{ab}{4} E_{проб}^2 \sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}} \sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{\lambda_{кр}}\right)^2}.$$

$$E_{проб} = \sqrt{\frac{2 * 10^{-3}}{90 * 45 * \frac{0.886 * 10^{-11}}{1.256 * 10^{-6}} * \sqrt{1 - \left(\frac{12.24}{2 * 90}\right)^2}}} = 4,85 \left[\frac{\text{В}}{\text{м}} \right]$$

Вывод: Данный плазматрон разрабатывается для переработки газового конденсата во вторичные продукты пользования. А не сжигали его на местах рождения газа, т. к. за год примерно сжигается это конденсата примерно на 10 млн. рублей

Список информационных источников

1. <http://works.tarefer.ru/71/100209/index.html>
2. Техника и приборы СВЧ. Том 1 / И.В. Лебедев, 1970.

МЕТОД КОНТРОЛЯ НА ОСНОВЕ МЕХАНОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МУЛЬТИСЕНСОРНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ДЕФЕКТНОСТИ

Жанчилов Б.Д.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Сущность метода МЭП заключается в следующем. Производится импульсное механическое возбуждение диэлектрического образца, в результате чего в нем возникает акустическая волна, которая распространяется по образцу, отражаясь от его границ. В процессе движения фронт волны пересекает источники механоэлектрических преобразований, которые преобразуют часть энергии волны в переменное электромагнитное поле. Параметры электромагнитного поля регистрируют в виде сигнала отклика с помощью емкостных или индуктивных приемников, расположенных вблизи поверхности образца.

Процесс прохождения по образцу акустических волн является в высокой степени детерминированным. Вследствие этого сигнал отклика при воздействии на образец механическим импульсом заданной формы и уровня при неизменной конфигурации системы образец – приемник – источник удара будет производиться с точностью до внешних помех и шумов усилительно - преобразовательного тракта системы регистрации.

Исходя из механизма МЭП, электромагнитный отклик возникает как следствие возбуждения акустической волной, возникшей при воздействии на образец коротким механическим импульсом, двойных электрических слоев на границах раздела гетерогенных материалов образца, а также на включениях, обладающих пьезоэлектрическими свойствами.

Полный сигнал является суперпозицией откликов от каждого из источников МЭП, через который проходит волна возбуждения. Отклик от каждого из источников является, в свою очередь, суперпозицией откликов от волн, проходящих через него многократных отражений от граней образца. Интенсивность волны в районе источника МЭП обратно пропорциональна скалярному произведению вектора луча акустической волны и вектора дипольного момента источника.

Было замечено, что при нормированном ударе по образцу, имеющему форму параллелепипеда, форма откликов меняется при пе-

ремещении вдоль поверхности образца. Так как исследуемые характеристики образца связаны с параметрами отклика, то особенности формы отклика в разных точках поверхности образца могут дать дополнительную информацию о распределении характеристик объекта исследования по пространственно-временным характеристикам откликов.

Описание мультисенсорной системы

Образец возбуждается заданным числом коротких акустических импульсов (ударов) определенной формы и амплитуды с помощью пьезоэлектрического преобразователя на основе ЦТС-19, возбуждаемого электрическим высокоточным генератором с регулируемой формой сигнала. Повторное число возбуждений образца позволяет существенно повысить отношение сигнал – шум, и, следовательно, повысить чувствительность системы по обнаружению малых изменений исследуемых параметров образца.

Отклик воспринимается системой емкостных дифференциальных датчиков. Каждый дифференциальный емкостный датчик состоит из 2-ух приемных пластин, измерительного тракта, состоящего из эмиттерных повторителей с высокоомным входом и малошумящего усилителя, сигнал с которого через блок коммутации BNC-2120 поступает на многофункциональную плату сбора данных PCI – 6251 компьютера, в котором формируется база данных для дальнейшей обработки.

Исследование возможности использования аналитического сигнала отклика при механоэлектрических преобразованиях для контроля напряженно-деформированного состояния

Так как отклик определяется суперпозицией откликов волн, пробегающих неоднократно через зоны ОИ, в условиях НДС и с определенной концентрации дефектности в виде микротрещин, следует ожидать, что информативность отклика определяется не только частотным спектром, но также и временными характеристиками отклика.

Существует несколько методов изучения пространственно-временных характеристик сигнала. Это и исследования спектра с использованием скользящего окна, и вейвлетный анализа и преобразование Гильберта для формирования аналитического сигнала. Аналитический сигнал дает возможность использовать амплитудные и фазовые временные характеристики.

Производиться оценка возможности использования для контроля таких параметров аналитического сигнала, формируемого с помощью преобразования Гильберта.

Для каждой серии откликов при заданной нагрузке рассчитывалось среднее значение временной реализации, которое затем преобразовывалось в аналитический сигнал с использованием преобразования Гильберта.

Преобразование Гильберта $h(t)$ представляет собой исходный временной сигнал, все фазы которого в спектральной области повернуты на угол $-\pi/2$.

Аналитический сигнал $f(t)$ имеет вид:

$$f(t) = s(t) + i \cdot h(t),$$

где $s(t)$ – исходный сигнал отклика, i – мнимая единица

В качестве параметров аналитического сигнала для анализа можно использовать мгновенную амплитуду (МА) $a(t)$:

$$a(t) = \sqrt{s(t)^2 + h(t)^2},$$

В результате получили временные зоны, при которых МА изменяются на удалении от нулевой оси, а есть зоны, в которых перегибы кривых МА происходят в непосредственной близости от нулевого уровня.

Также была поставлена задача по выбору полос частот, в которых возможно однозначное определение относительной степени напряженно - деформированного состояния или абсолютного его значения по данным.

Был применен частотно - временной подход. В основе его было положено использование характеристик аналитического сигнала, полученного из 12 временной реализации электромагнитного отклика с использованием преобразования Гильберта в заданной полосе частот. Из спектра временной реализации отклика вырезалась, с использованием скользящего окна, спектральная полоса заданной ширины, а затем обратным преобразованием Фурье восстанавливается временной отклик.

В итоге получили: в низкочастотном диапазоне частот нет выраженных особенностей, которые можно было бы однозначно связать с давлением на образец. В частотном диапазоне 54 кГц и 70 кГц наблюдаются монотонные убывание локальных максимумов огибающих от нагрузки, при этом их значения монотонно смещаются во времени. В диапазоне частот (78 –82) кГц также видны размытые из-за более узкой полосы частот временные смещения пиков. В области более высоких частот не наблюдаются явные, однозначно связанные со степенью нагрузки, изменения огибающих аналитического сигнала.

Таким образом, варьирование частотным диапазоном помогает обнаруживать однозначные изменения параметров огибающей аналитического электромагнитного сигнала от сжимающей нагрузки. Имея заранее полученные зависимости, можно по данным откликов определить абсолютные значения напряженно-деформированного состояния одного и того же объекта исследования.

ТЕСТ–ПАНЕЛЬ ДЛЯ КАПИЛЛЯРНОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ

Зайцева А.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Тест–панель – это панель для капиллярной дефектоскопии, применение которой позволяет оценивать способность дефектоскопических материалов к обнаружению дефектов или сравнивать наборы между собой.

Наиболее широко применяют металлические тест-панели 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.

К недостаткам таких образцов относится возникновение трещин в непредсказуемых местах и с неопределенной плотностью распределения на единицу поверхности, а также их неопределенное число и расстояние между ними. Возможность изготовления указанным способом образца, содержащего ряд дефектов с определенной закономерностью ширины и глубины раскрытия, возникающих от прилагаемой нагрузки, весьма затруднительна.

Проводимые в последние годы исследования по созданию контрольных образцов из неметаллов позволяют реализовать тест–панель из неметалла для капиллярной дефектоскопии, на которой реализовано несколько трещин, соответствующих разным классам чувствительности. Неметаллический материал – эпоксидный клей, в котором дефекты выполнены вытравливанием фольги требуемого размера или напыленного тонкого слоя металла.

Суть изготовления заключается в следующем: вначале приготавливается одноразовая форма по размерам тест-панели, затем в нижней

(донной) части прodelываются прорези, в которые вставляются заранее подготовленные одинаковых размеров пластинки: с напыленным металлом, поталь, фольга. Длина подготовленных пластинок при этом должна быть 5-7 мм больше ширины формы.

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

По описанной выше технологии была разработана тест-панель из неметалла по одному классу чувствительности. В ходе испытания данной панели дефектоскопическими материалами была выявлена проблема: во время нанесения пенетранта часть его проникает в канавку, разделяющую панель на две части. Данное явление затрудняет получение необходимой для нас информации при непосредственном использовании панели.

Обойти данную проблему может помочь создание тест-панели из двух идентичных образцов (одинаковые габаритные параметры, ширина раскрытия дефектов, количество дефектов). Технология изготовления будет соответствовать созданию тест-панели, которая была изготовлена ранее, однако, после завершительной стадии панель будет разделена на две части.

Таким образом, будет получена тест-панель для капиллярной дефектоскопии, состоящая из двух одинаковых образцов.

Список информационных источников

1. 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

2. 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.

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

4. 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.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В ГОРНЫХ ПОРОДАХ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ И СТАТИЧЕСКОМ ВОЗБУЖДЕНИИ

Каргина Е. А., Помошин Е.К.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Цель работы: Исследование изменения параметров электромагнитного сигнала и их амплитудно-частотных характеристик при динамическом и статическом воздействии на образцы горных пород.

Достижение назначенной цели предполагает решение ряда задач:

- ✓ Изучить свойства горных пород.
- ✓ Изучить методику лабораторных исследований.
- ✓ Проведение лабораторных исследований.

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. Образцы №1, №8, №12, №13, №14, №30 – представлены железной рудой.

Поскольку объектом наших исследований являются горные породы, рассмотрим вопрос – что собой представляет горная порода.

Горная порода – это очень сложный природный материал, имеющий различное структурно-текстурное строение, минеральный состав и, следовательно, свойства.

Руда – вид полезных ископаемых, природное минеральное образование, содержащее соединения полезных компонентов (минералов, металлов) в больших концентрациях.

Вмещающая порода – это горная порода, в которой заключена рудная залежь, жила или иное геологическое тело с полезным ископаемым.

Физические свойства горных пород – это механические, гидравлические, акустические, оптические, термические, электромагнитные и другие свойства, а также явления, наблюдающиеся в породах в результате воздействия излучений. Рассмотрим более подробно электромагнитные свойства горных пород.

• *Электрические свойства* – это совокупность свойств, характеризующих способность минералов и горных пород проводить электрический ток.

• *Магнитные свойства* – это совокупность свойств, характеризующих способность минералов и горных пород намагничиваться во внешнем магнитном поле.

• Изменение характеристик механоэлектрических преобразований зависят от физических свойств горных пород, особенно от электромагнитных, которые характеризуются электрической поляризацией, диэлектрической проницаемостью и электрической проводимостью.

Методика исследования параметров электромагнитных сигналов при динамическом воздействии

В процессе проведения исследований на образцах горных пород использовалась методика, разработанная в проблемной научно - исследовательской лаборатории электроники диэлектриков и полупроводников Томского политехнического университета. Используемая методика позволила проводить регистрацию электромагнитного сигнала (ЭМС) при акустическом воздействии на образцы. Акустическое воздействие производилось способом динамического воздействия с использованием стального шарика.

При динамическом воздействии на образцы горных пород использовался стальной шарик, при выстреле из пистолета с пружинным устройством. Шарик пролетал через измерительную трубку и осуществлял удар по образцу, возбуждая акустический импульс.

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 пьезоакустическим приемником. Сигнал с 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 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.

Далее провели анализ амплитудно-частотных спектров, зарегистрированных ЭМС, и использованием процедуры быстрого преобразования Фурье.

*Исследование параметров электромагнитного сигнала
при одноосном сжатии горных пород*

Способность горных пород генерировать при механическом нагружении импульсные электромагнитные сигналы (ЭМС), давно известна. Возникновение этих сигналов связывается с механоэлектрическими преобразованиями энергии, иначе говоря, эффектом «электризация при разрушении».

Целью данной работы является экспериментальное исследование генерирования электромагнитного сигнала при одноосном сжатии образцов горной породы и одновременным акустическом возбуждении. Это является важным для разрабатываемого в ПНИЛ ЭДиП метода мониторинга изменения напряженно-деформированного состояния массивов горных пород и прогноза удароопасности, основанного на регистрации электромагнитной активности горных пород.

Испытанию подвергалась партия из 3 образцов, представленных рудой и вмещающей породой, данные образцы использовались в эксперименте по акустическому возбуждению. В качестве механического воздействия использовали метод одноосного сжатия на прессе. Электромагнитный сигнал, возникающий в нагружаемом образце, принимался емкостным датчиком, расположенном в 5 мм от центральной части боковой поверхности образца. Сигнал усиливался и подавался на вход платы ввода-вывода, подключенной к компьютеру.

Испытание проводилось способом одноосного сжатия до разрушения. Через 50 кН останавливали нагружение и производили динамическое воздействие. Предельная нагрузка образца № 12 составила 196 кН, образца № 23 - 222 кН.

Из 5 образцов эксперимента, только 3 оказались результативными. В итоге были получены данные графики деформации, нагрузки, напряжения.

Вывод: в ходе выполнения исследования выполнено:

- проведен аналитический обзор литературы, по тематике НИРС;
- изучена методика лабораторных экспериментов по исследованию механоэлектрических преобразований в горных породах при динамическом и статическом возбуждении;
- проведены эксперименты по исследованию параметров ЭМС при акустическом возбуждении образцов горных пород, представленных вмещающей породой Таштагольского железорудного месторождения и магнетитовой рудой;
- начаты работы по экспериментальному исследованию параметров ЭМС при статическом воздействии на образцы, подвергнутые акустическому возбуждению.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СРАВНЕНИЯ КАЧЕСТВА НАБОРОВ ДЕФЕКТОСКОПИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ КАПИЛЛЯРНОГО КОНТРОЛЯ

Матвиенко К.Г.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Методы капиллярного неразрушающего контроля

Основные капиллярные методы контроля подразделяют в зависимости от типа проникающего вещества:

1. Метод проникающих растворов - жидкостный метод - основанный на использовании в качестве проникающего вещества жидкого индикаторного раствора.

2. Метод фильтрующихся суспензий - жидкостный метод, основанный на использовании в качестве жидкого проникающего вещества индикаторной суспензии, которая образует индикаторный рисунок из отфильтрованных частиц дисперсной фазы.

В зависимости от способа выявления индикаторного рисунка подразделяют на

1. Люминесцентные, основанный на регистрации контраста люминесцирующего в длинноволновом ультрафиолетовом излучении видимого индикаторного рисунка на фоне поверхности объекта контроля,

2. Цветной, основанный на регистрации контраста цветного в видимом излучении индикаторного рисунка на фоне поверхности объекта контроля;

3. Люминесцентно - цветной, основанный на регистрации контраста цветного или люминесцирующего индикаторного рисунка на фоне поверхности объекта контроля в видимом или длинноволновом ультрафиолетовом излучении;

4. Яркостный, основанный на регистрации контраста в видимом излучении ахроматического рисунка на фоне поверхности объекта контроля.

Комбинированные методы капиллярного неразрушающего контроля сочетают два или более различных по физической сущности методов неразрушающего контроля, один из которых обязательно жидкостный.

Капиллярно-электростатический метод основан на обнаружении индикаторного рисунка, образованного скоплением электрически заряженных частиц у поверхностной или сквозной несплошности неэлектропроводящего объекта, заполненного ионогенным пенетрантом.

Капиллярно-электроиндуктивный метод основан на электроиндуктивном обнаружении электропроводящего индикаторного пенетранта в поверхностных и сквозных несплошностях неэлектропроводящего объекта.

Капиллярно-магнитопорошковый метод основан на обнаружении комплексного индикаторного рисунка, образованного пенетрантом и ферромагнитным порошком, при контроле намагниченного объекта.

Жидкостный капиллярно-радиационный метод излучения основан на регистрации ионизирующего излучения соответствующего пенетранта в поверхностных и сквозных несплошностях, а капиллярно-радиационный метод поглощения – на регистрации поглощения ионизирующего излучения соответствующим пенетрантом в поверхностных и сквозных несплошностях объекта контроля.

Технология проведения капиллярного контроля

Процесс капиллярного контроля состоит из 5 этапов:

1. Предварительная очистка поверхности.

Чтобы краситель мог проникнуть в дефекты на поверхности, ее предварительно следует очистить водой или органическим очистителем. Все загрязняющие вещества (масла, ржавчина, и т.п.) любые покрытия (ЛКП, металлизация) должны быть удалены с контролируемого участка. После этого поверхность высушивается, чтобы внутри дефекта не оставалось воды или очистителя.

2. Нанесение пенетранта.

Пенетрант, обычно красного цвета, наносится на поверхность путем распыления, кистью или погружением объекта контроля в ванну, для хорошей пропитки и полного покрытия пенетрантом. Как правило, при температуре 5...50°C, на время 5...30 мин.

3. Удаление излишков пенетранта.

Избыток пенетранта удаляется протиркой салфеткой, промыванием водой, или тем же очистителем, что и на стадии предварительной очистки. При этом пенетрант должен быть удален только с поверхности контроля, но никак не из полости дефекта. Затем поверхность высушивается салфеткой без ворса или струей воздуха.

4. Нанесение проявителя.

После удаления излишков пенетранта на поверхность контроля тонким ровным слоем наносится проявитель (обычно белого цвета).

5. Контроль.

Выявление имеющихся дефектов производится через периоды времени, регламентируемые нормативными документами. При контроле выявляются и регистрируются индикаторные следы интенсивность окраски которых, говорит о глубине и ширине раскрытия дефекта: чем бледнее окраска, тем дефект мельче. Интенсивную окраску имеют объемные дефекты. В случае необходимости, после проведения контроля проявитель удаляется.

Подготовка объектов к контролю включает очистку контролируемой поверхности от всевозможных загрязнений. Для предварительной очистки поверхности применяют механическую очистку объекта контроля струей песка дробы, косточковой крошки и т. д. Для окончательной очистки контролируемых объектов используют пар, химические реактивы, ультразвуковую, тепловую очистку.

Для заполнения дефектов индикаторным пенетрантом применяют следующие способы: капиллярное - наносим на контролируемую поверхность смачиванием, погружением, и т. д.; вакуумное заполнение; компрессионное при воздействии на него избыточного давления; ультразвуковое с использованием ультразвукового капиллярного эффекта; деформационное при воздействии на объект контроля упругих колебаний звуковой частоты или статического нагружения, увеличивающего раскрытие несплошности.

Избыток индикаторного пенетранта удаляют или гасят на контролируемой поверхности одним из следующих способов: протираaniem салфетками с применением в необходимых случаях очищающего состава или растворителя; промыванием водой; обдуванием струей песка; воздействием на пенетрант гасителями люминесценции или цвета.

Поверхность подвергают естественной сушке или сушке в потоке воздухе. Проявитель наносят следующими способами: распылением; электрораспылением в электрическом поле струей воздуха; нанесением кистью; погружением; обливанием; электроосаждением проявителя путем погружения в него объекта контроля с одновременным воздействием электрического тока; посыпанием порошкообразного проявителя; наклеиванием ленты пленочного проявителя.

Проявление следов дефектов представляет собой процесс образования рисунка в местах наличия дефектов, для чего используют один из способов проявления индикаторных следов: выдержку объекта контроля на воздухе до момента появления индикаторного рисунка, с применением вакуума, нагрева.

Способы обнаружения индикаторного следа: визуальное, фотоэлектрическое, телевизионное, инструментальное.

Окончательную очистку объектов контроля осуществляют одним или несколькими технологическими приемами удаления проявителя, а при необходимости и остатков индикаторного пенетранта: протиранием; промыванием, ультразвуковой обработкой объекта в воде или органических растворителях с необходимыми добавками; и т. д.

Практическое исследование методов сравнения качества наборов дефектоскопических материалов для капиллярного контроля.

Для определения качества наборов дефектоскопических материалов была проведена работа по смачивающей способности пенетранта на разных материалах. Пенетрант наносился на объекты 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 сразу после нанесения пенетранта на поверхность контролируемого объекта. В данной работе сравнивались 2 вида пенетранта: SHERWIN DP-51 и BYCOTEST RP20LT. Исходя из результатов измерений, можно сделать вывод, что пенетрант BYCOTEST RP20LT по сравнению с SHERWIN DP-51 является более эффективным, так как обладает лучшими проникающими способностями.

Список информационных источников

1) Сафарбаков А.М., Лукьянов А.В., Пахомов С.В. Основы технической диагностики. – Иркутск, Иргупс, 2006. – 216 с.

2) http://www.zaopkti.spb.ru/services07_48.html - электронный ресурс.

3) Калиниченко Н.П., Калиниченко А.Н. Образцы для испытаний средств капиллярного неразрушающего контроля.: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013 г. – с.100.

4) Филинов М.В. Повышение точности количественных оценок поверхностных дефектов и структур металлов по их цифровым изображениям в оптическом неразрушающем контроле. М.: Высшая школа, 1995. – 512 с.

РАЗРАБОТКА ИНСТРУКЦИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ IMAGINE 3D НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

Моисеенко Е.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Фирма изготовитель: UTEX

Тип прибора: ПО для УЗ контроля UTEX

Метод контроля: Ультразвуковой метод

Описание программы Imagine 3D:

Imagine3D - система моделирования средств и методов ультразвукового контроля изделий с любой сложной геометрией.

Программа предназначена для использования в области разработки систем и методик ультразвукового контроля различных изделий. Её применение позволяет многократно снизить затраты времени и средств при выборе необходимого оборудования и разработке методик.

Программа также является крайне полезной при обучении специалистов, позволяя наглядно продемонстрировать физику процесса ультразвукового контроля.

Imagine 3D обеспечивает полностью трехмерное моделирование ввода, распространения и приема ультразвуковых колебаний в изделиях сложной формы.

Основные этапы моделирования в программе Imagine 3D:

1. Создание модели объекта контроля в одной из программ автоматизированного проектирования (AutoCAD и др.) и ее экспортирование в Imagine 3D.

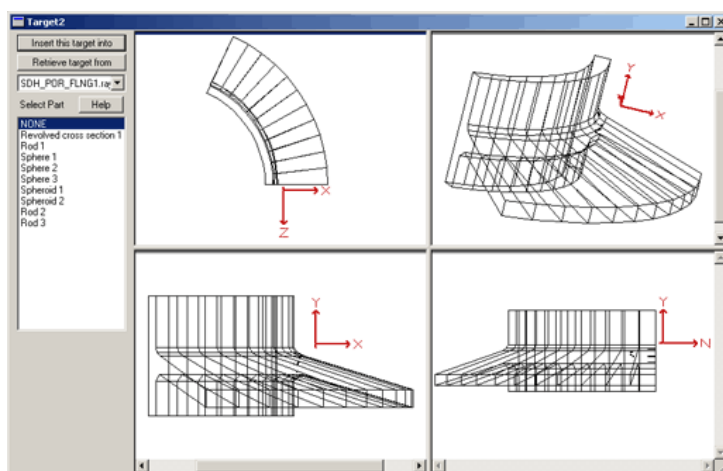


Рисунок 1

2. Ввод характеристик преобразователей.

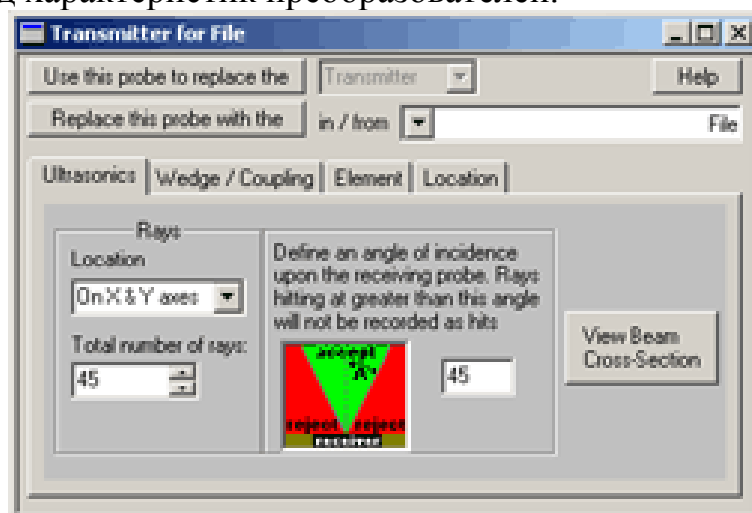


Рисунок 2

3. Выбор метода контроля.

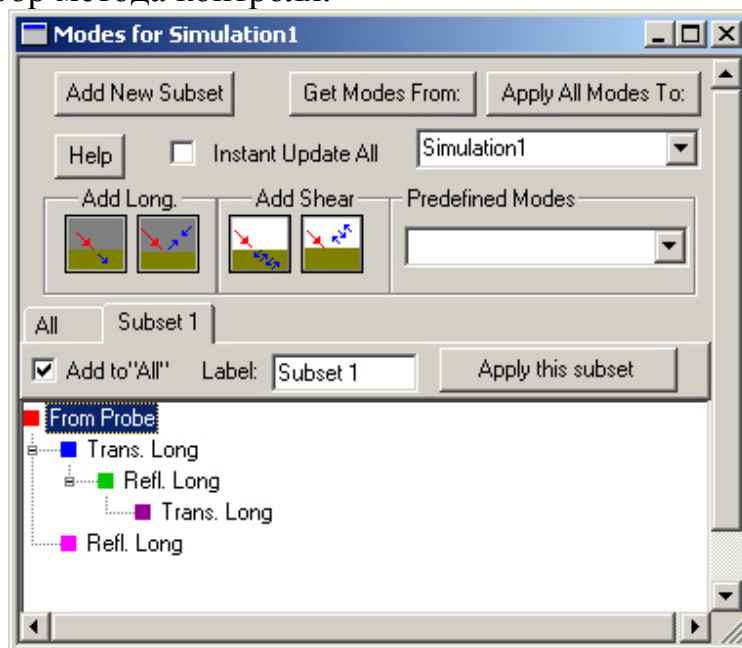


Рисунок 3

4. Перемещение преобразователя по модели объекта контроля. При этом Imagine 3D отображает получаемый А-скан и направления распространения ультразвуковых волн в объекте контроля со всеми переотражениями.

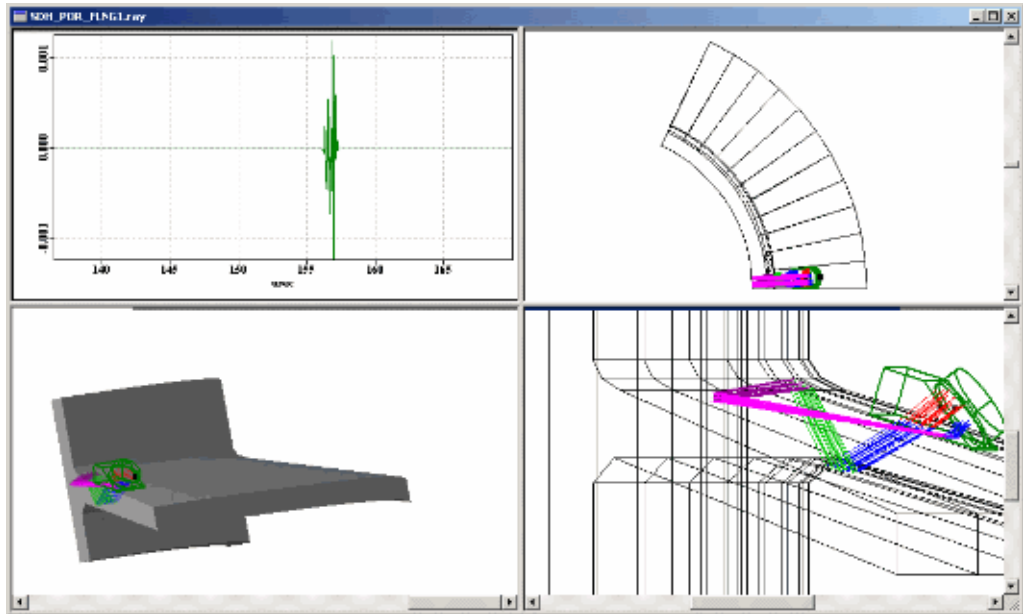


Рисунок 4

Возможности Imagine3D

Моделирование звуковых полей

- можно отображать как лучи или как фронты импульса;
- можно уменьшить до одиночного основного луча, для уменьшения помехи;
- можно показать, как дифракция воздействует на амплитуду сигналов;
- можно изменять положение во времени, чтобы сравнить абсолютные позиции во времени каждого фронта импульса;
- можно автоматически изменять цвет, когда происходит изменение режима, переход из среды в среду или всякий раз, когда сгенерирована новая волна.

Ввод объектов контроля

- могут быть собраны из набора примитивов типа блоков, прутков, труб, сфер и т. д.
- могут быть импортированы из файлов 3D DXF CAD
- могут быть построены путем превращения в трехмерные чертежи 2D DXF CAD
- могут быть выбраны из библиотеки готовых объектов (с возможностью последующего изменения)

Задание параметров преобразователей

- можно моделировать контактные и иммерсионные преобразователи любой частоты
- поддерживает сферическую, цилиндрическую и эллиптическую фокусировку
- поддерживает преобразователи с круглыми, эллиптическими или прямоугольными пьезопластинами
- можно показывать любое число лучей на осях X и Y, на крае преобразователя или с равномерным распределением на поверхности преобразователя

Поддерживаемые методы контроля

- поддерживаются эхо и теневой ультразвуковые методы;
- обеспечивается моделирование контроля А и В - сканами;
- учитывает свойства материалов, такие как скорость продольных и поперечных УЗ волн;
- можно моделировать работу с совмещенными, отдельно-совмещенными и отдельными (независимо двигающимися) преобразователями;
- можно моделировать передвижение преобразователей с отслеживанием поверхности объекта контроля на любом фиксированном расстоянии и с автоматической установкой по нормали к поверхности.

Список использованных источников

- 1.Панатекст. Оборудования для неразрушающего контроля.
<http://www.panatest.ru/items?id=100024>
- 2.Программное обеспечение Imagine 3D (инструкция на английском языке)

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*

Нефть – природная маслянистая горючая жидкость со специфическим запахом, состоящая в основном из сложной смеси углеводородов различной молекулярной массы и некоторых других химических соединений.

Состав нефти

В химическом отношении нефть – сложная смесь углеводородов (УВ) и углеродистых соединений. Она состоит из следующих основных элементов: углерод (84-87%), водород (12-14%), кислород, азот, сера (1-2%). Содержание серы может достигать до 3-5%.

В нефтях выделяют следующие части: углеводородную, асфальто-смолистую, порфирины, серу и зольную. В каждой нефти имеется растворенный газ, который выделяется, когда она выходит на земную поверхность.

При оценке пригодности нефти для переработки на НПУ с целью получения товарных нефтепродуктов необходимо учитывать свойства нефти. Одним из важных свойств нефти является влагосодержание.

Влагосодержание (влажность) - показатель содержания воды в физических телах или средах.

При большом содержании воды в нефти, поступающей на НПУ, нарушается технологический режим работы, повышается давление в аппаратах, начинаются микровзрывы, а также расходуется дополнительное количество тепла на подогрев нефти.

Негативное влияние содержания воды в нефти также тесно связано с содержанием солей (особенно хлористых). При нагревании нефти вода растворяет хлористые соли и это при высокой температуре приводит к образованию хлористого водорода, который вызывает коррозию оборудования.

СВЧ-методы измерения влагосодержания:

1. Зондовый метод измерения влагосодержания:

Способ зондовой СВЧ-влажнометрии заключается во внедрении в исследуемую среду первичного измерительного преобразователя влажности в параметры СВЧ-поля, предварительно откалиброванного в сухой среде, и определении СВЧ-параметров первичного измерительного преобразователя, по значению которых судят о влажности среды.

2. Волноводный метод измерения влагосодержания:

При измерении влаги данным методом образец материала помещают в волновод, по которому возникают электромагнитные колебания СВЧ. В данном случае в волноводе возникают высшие типы волн, которые приводят к дополнительным погрешностям в определении затухания. причинами возникновения таких волн являются неполное заполнение материалом внутренней полости волновода, неоднородность материала.

3. Резонаторный метод измерения влажности:

СВЧ-резонатор характеризуется собственной резонансной частотой и добротностью. При внесении в резонатор диэлектрика изменится

его резонансная частота и амплитуда выходного сигнала. Следовательно, выполнив измерения незаполненного резонатора и резонатора с диэлектриком, можно получить информацию о влажности.

4. Методы измерения влажности в свободном пространстве (оптические методы):

Принцип данных методов заключается в измерении параметров прошедшей или отраженной волны, предварительно собранной в узкие пучки с помощью передающей и приемной антенн, после взаимодействия с материалом. Исследуемый материал размещается между передающей и приемной антеннами.

В ходе работы были рассмотрены понятия нефти и влагосодержания. Также было выяснено, чем вредит большое содержание воды в нефти и рассмотрены СВЧ методы измерения влагосодержания.

Список информационных источников

1. Берлинер М.А. Измерение влажности. — М.: Энергия, 1973. — 400 с.

2. Кричевский Е.С., Волченко А.Г. Контроль влажности твердых и сыпучих материалов. — М.: Энергоамиздат, 1980. — 160 с.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИИ ОБРАТНОГО ПРОЕЦИРОВАНИЯ

Хайдукова В. М.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Желание заглянуть внутрь непрозрачного объекта, не разрушив его, существовало на протяжении многих веков развития человечества. Первым шагом в решении этой проблемы было открытие Рентгеном Х-лучей, которые впоследствии были названы рентгеновскими.

В основе формирования рентгеновских изображений лежит использование эффекта неодинаковой рентгеновской плотности веществ. Одни вещества пропускают лучи лучше, другие хуже. Пройдя через тело и попав на чувствительную пленку, лучи засвечивают участки пленки тем сильнее, чем меньше плотность вещества.

Возможность оценки взаимного расположения различных органов тела, их точной геометрической формы при таком методе исследования

существенно ограничена. Основной причиной является то, что мы получаем плоское (двумерное) теневое изображение объемного (трехмерного) объекта.

Внутренние органы тела на рентгеновском изображении наслаиваются друг на друга и важные особенности их пространственного расположения значительно искажаются или полностью утрачиваются. Задачи получения изображения каждого изолированного слоя объекта, не искаженного никакими «наложениями», и восстановления его внутренней структуры решает современная компьютерная томография.

Математические основы компьютерной томографии были заложены задолго до появления первых рентгеновских компьютерных томографов. Еще в 1917 г. математик Радон предложил метод решения обратной задачи интегральной геометрии, состоящий в восстановлении (реконструкции) многомерных функций по их интегральным характеристикам. Однако этот метод не находил практического применения до тех пор, пока не появились, во-первых, рентгеновские установки, позволяющие получать большое количество высококачественных снимков, необходимых для восстановления внутренней структуры реальных объектов, во-вторых, быстродействующие ЭВМ, способные эти снимки обрабатывать. Первый в мире рентгеновский компьютерный томограф был продемонстрирован Хаунсфилдом в 1972 г.

Внедрение методов компьютерной томографии в медицину позволило существенно повысить эффективность диагностики и обеспечило создание новых методов лечения. В настоящее время методы компьютерной томографии также широко используются в электронной и рентгеновской микроскопии, в геофизике, в астрофизике и в других областях науки и техники.

Алгоритм обратного проецирования

Простейшим алгоритмом реконструкции изображений в компьютерной томографии является алгоритм обратного проецирования, в соответствии с которым оценка плотности $\mu(x, y)$ вычисляется следующим образом. Проекция $p(x, \theta)$ функции двух переменных $\mu(x, y)$ для каждого значения угла θ представляет собой одномерную функцию. Ее можно преобразовать в двумерную (рис. 1), зафиксировав угол θ и растянув (выполнив обратное проецирование) по всей плоскости (x, y) в соответствии с выражением:

$$p_{\theta}(x, y) = p(x \cos \theta + y \sin \theta, \theta) \quad (1)$$

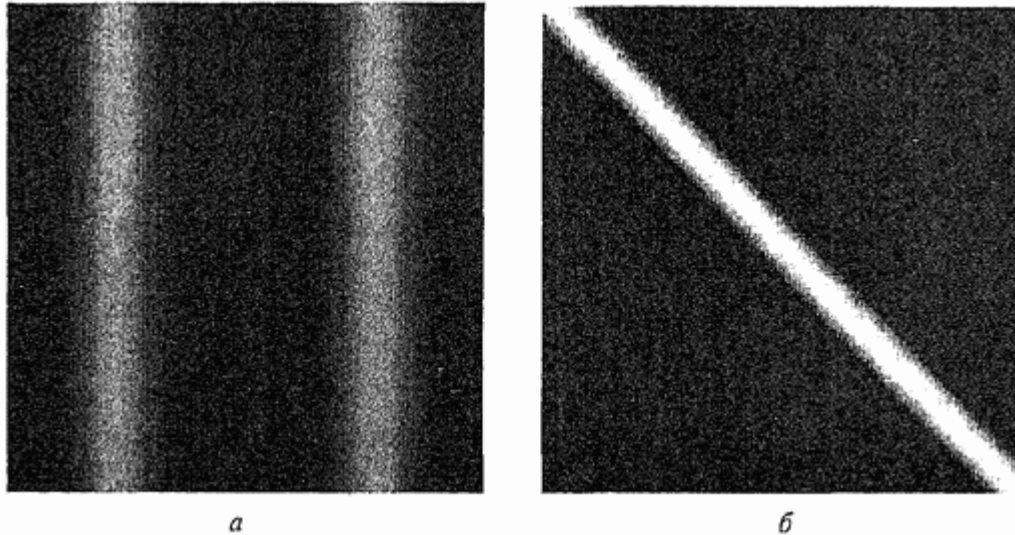


Рис. 1. «Растянутые» проекции функции при $\theta = 0^\circ$ (а) и $\theta = 45^\circ$ (б)

Очевидно, что сечение двумерной функции $f(x, y)$ плоскостью, перпендикулярной плоскости (x, y) и проекция которой на плоскость (x, y) с осью x составляет угол θ , равно $p(x, \theta)$. Далее складываем все обратные проекции $p_\theta(x, y)$ для $0 \leq \theta < \pi$. В результате получим суммарное изображение, которое используется в качестве оценки функции плотности $w(x, y)$. Суммарное изображение определяется соотношением:

$$w_\Sigma(x, y) = \int_0^\pi p(x \cos \theta + y \sin \theta, \theta) d\theta \quad (2)$$

При восстановлении томограмм методом обратного проецирования по дискретным проекционным данным необходимо использовать интерполяцию, так как линия, вдоль которой необходимо вычислить интеграл (2), чтобы найти оценку $w_\Sigma(x_k, y_l)$ для дискретных значений координат (x_k, y_l) , определяется уравнением $x = \rho \cos(\theta - \varphi) = x \cos \theta + y \sin \theta$.

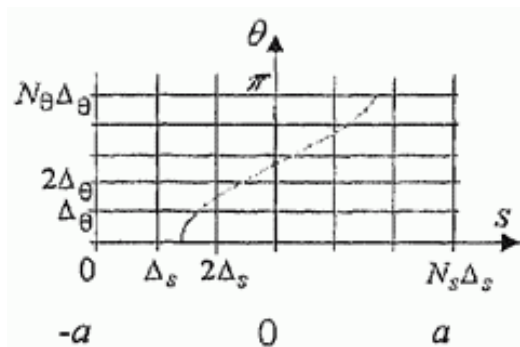


Рис. 2. Линия, вдоль которой вычисляется интеграл

На рис. 2 показаны эта линия и прямоугольная сетка, в узлах которой известны проекционные данные, полученные с помощью равномерно распределенных параллельных лучей. Очевидно, что линия, вдоль которой вычисляется интеграл, не проходит через узлы сетки. Обычно используют метод интерполяции по ближайшему значению, при этом интеграл (2) заменяется на сумму:

$$u_{\Sigma}(x_k, y_l) = \Delta\theta \sum_{j=0}^{N_{\theta}-1} p(i\Delta s, j\Delta\theta) \quad (3)$$

где i выбирается из условия минимума значения выражения $|i\Delta s - x_k \cos j\Delta\theta + y_l \sin j\Delta\theta|$.

Операция обратного проецирования имеет простую геометрическую интерпретацию. На рис. 3, а показана схема получения трех проекций под углами $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ по двумерному изображению $u(x, y)$, которое описывается функцией $u(x, y) = \sum_{i=1}^2 \exp\left\{-\frac{(x-c_x)^2 + (y-c_y)^2}{2b^2}\right\}$.

Полученные проекции $p(s, \theta_j), j=1, 2, 3$ растягиваем в соответствии с (1) и суммируем. Результат реконструкции функции $u(x, y)$ по трем проекциям показан на рис. 3, б. Откуда видно, что, несмотря на искажения в виде полос, изображение, восстановленное лишь по трем проекциям, имеет много общего с функцией $u(x, y)$. Полосы являются результатом «растягивания» проекций. По их направлениям можно оценить углы проекций. При обратном проецировании каждая точка на изображении превращается в многолучевую звезду, число лучей которой равно удвоенному числу проекций. С увеличением числа проекций эти лучи будут сливаться и восстанавливаемое изображение все больше будет похоже на функцию $u(x, y)$, однако оно с ней никогда не совпадет.

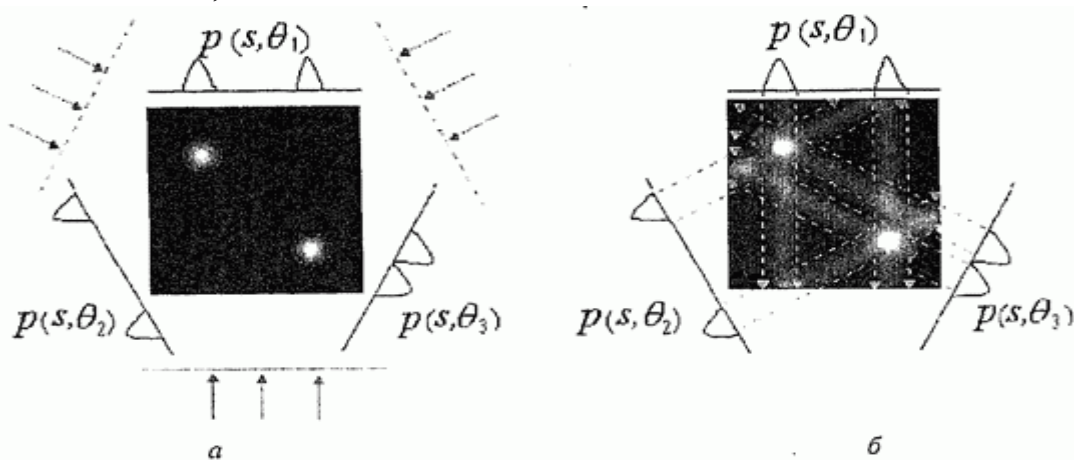


Рис. 3. Схема восстановления томограммы по алгоритму обратного проецирования: а - получение проекций; б - суммирование обратных проекций

Таким образом, идея алгоритма обратного проецирования состоит в том, что оценку плотности $\rho(x,y)$ в любой точке с координатами (x,y) находят путем суммирования лучей, проходящих через эту точку.

Список информационных источников

1. Троицкий И.Н. Статистическая теория томографии. М.: Радио и связь, 1982.
2. Троицкий И.Н. Компьютерная томография. М.: Знание, 1988
3. Хермен Г. Восстановление изображений по проекциям. - М.: Мир, 1983.
4. Реконструктивная и вычислительная томография // ТИИЭР (тематический выпуск). - 1983. - № 3. - Том 71

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 экранно-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.

Таким образом, в данной работе предполагаются исследования и разработка геометрии контроля и конструкции преобразователя, основанного на регистрации интенсивного потока обратно рассеянных квантов от комбинации основания экранно-защитное покрытие и выделение информации о толщине покрытия.

Для решения этой задачи разработана конструкция измерительного преобразователя, представленная на рис. 1.

Поток квантов с энергией 60 кэВ, выходящий из активной поверхности источника Is , формируется коллиматором источника $K1$. На рис. 10 первичный поток квантов распределен пределах угла Φ_s . В каждой точ-

ке объекта контроля кванты либо поглощаются (фотопоглощением) либо рассеиваются в разных направлениях (комptonовское рассеяние). Для ограничения размеров рассеивающего объема из всего рассеянного излучения с помощью коллиматора детектора К2 выбираются только кванты, прошедшие в направлении на детектор. Зона чувствительности детектора определяется углом Φ_d .

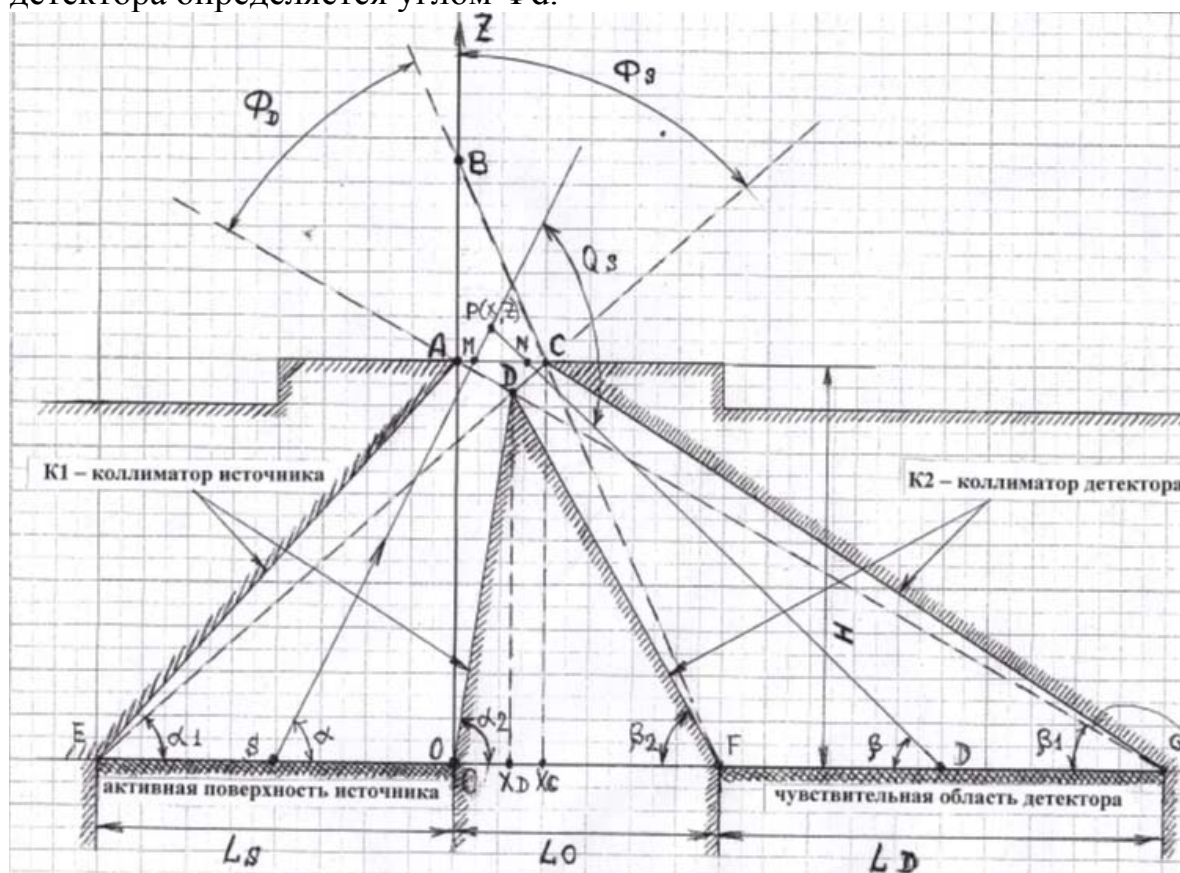


Рис.1. Конструкция геометрии контроля

Рабочая зона источника излучения определяется диаметром активной поверхности источника и коллиматором источника К1. Рабочая зона приемника определяется формой коллиматора детектора К2. В сцинтиллятор могут попасть только кванты, рассеянные в объеме изделия, расположенного между точками А и С. Рабочая зона источника излучения представляет собой фигуру ABCD. Область ABC несет информацию о покрытии, а область ACD расположена внутри преобразователя и не несет полезной информации. Часть коллимационной системы DOF позволяет уменьшить вклад рассеяния от стенок коллиматоров. По мере удаления от поверхности площадь рассеяния уменьшается, что позволяет увеличить вклад в общий сигнал верхних слоёв изделия, т. е. вклад от покрытия.

Список используемых 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 альбедо-толщинометрия покрытий". Материалы конференции "Молодые ученые и специалисты томской области в IX пятилетке". Томск, 1975. -4с.

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

4.

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).

В зоне контроля 52,5x52,5 мм укладывается 15x15 волокон. Всего элементов – 225 шт. Т. е. преобразователь – это решетка из пьезоэлементов размером 2x2 мм, расположенных с шагом 3,5 мм по осям X и Y.

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.

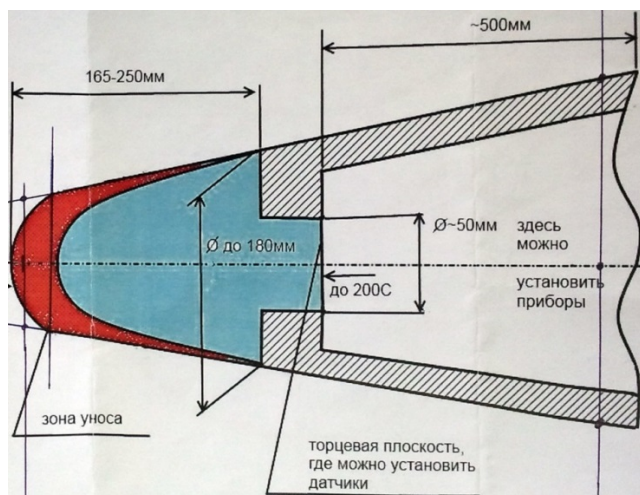


Рис. 1. Схема конусообразной головной части

Рис. 2. Торцевая поверхность наконечника

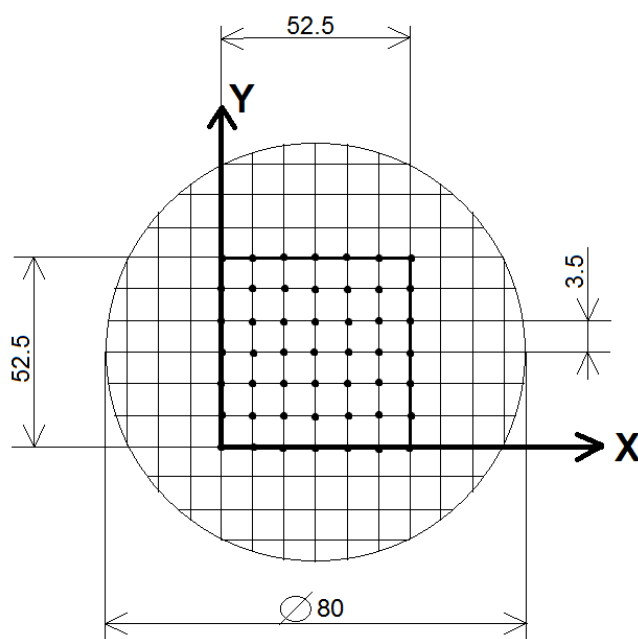


Рис. 3. Решетка пьезоэлементов, расположенных на торце наконечника

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.

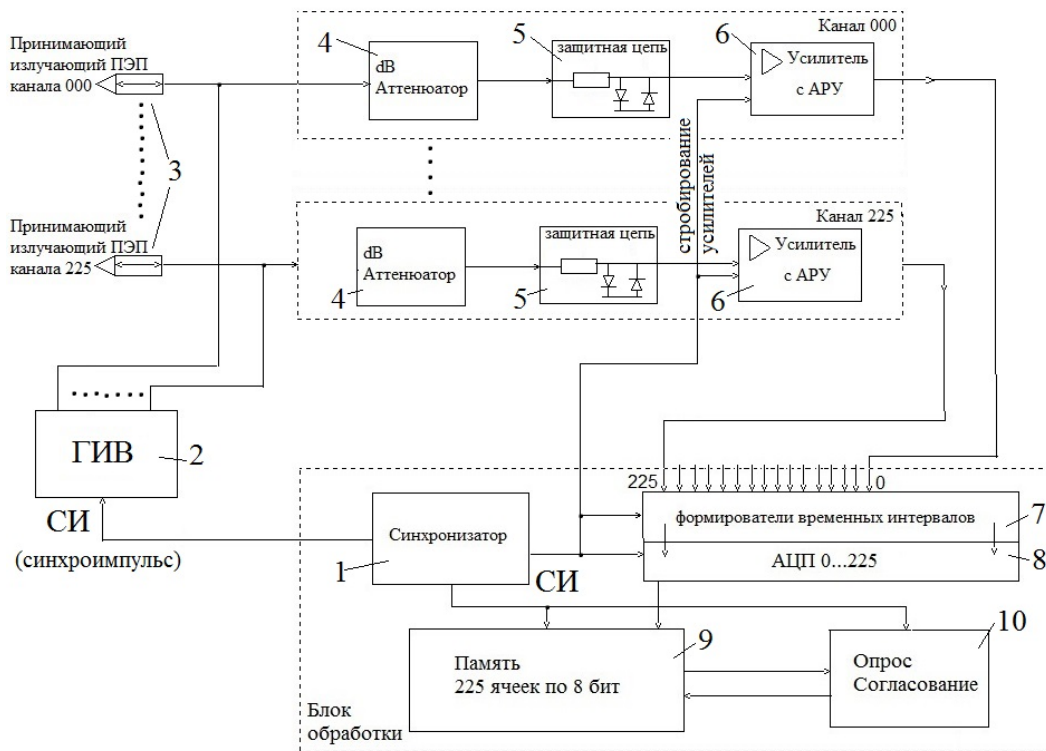


Рис. 4. Структурная схема устройства

Временная диаграмма работы устройства приведена на рисунке 5.

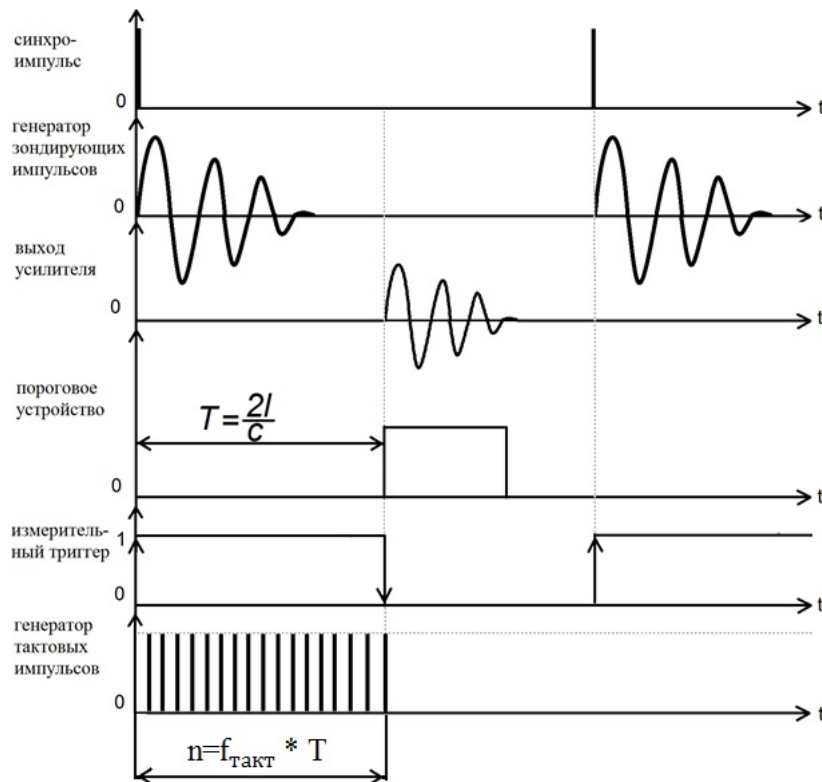


Рис. 5. Временная диаграмма работы устройства

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. 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 $\pm 0,7В$ 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.

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*

Среди методов неразрушающего контроля ведущее положение занимает ультразвуковой контроль. Он основан на способности звуковых волн отражаться от границы раздела двух упругих сред, обладающих разными акустическими свойствами. Принцип работы приборов для ультразвуковой диагностики состоит в излучении и приеме ультразвуковых колебаний.

Ультразвуковой контроль отличается многообразием методов, типов применяемых волн, широким диапазоном частот. Методы позволя-

ют выявлять внутренние и наружные дефекты типа трещин, раковин, расслоений, плен и других без расшифровки типа, формы и характера обнаруженных дефектов с указанием их количества, условий. Применительно к техническому диагностированию в настоящее время ультразвук чаще всего используется для решения следующих задач: ультразвуковая толщинометрия; ультразвуковая дефектоскопия.

В настоящее время для защиты изделий из углерод-углеродных композиционных материалов от воздействия температурных и агрессивных факторов среды широко используются защитные покрытия различного типа, одним из которых являются карбидокремниевые покрытия.

Исследовать возможности применения метода УЗ толщинометрии для контроля толщины карбидокремниевого покрытия.

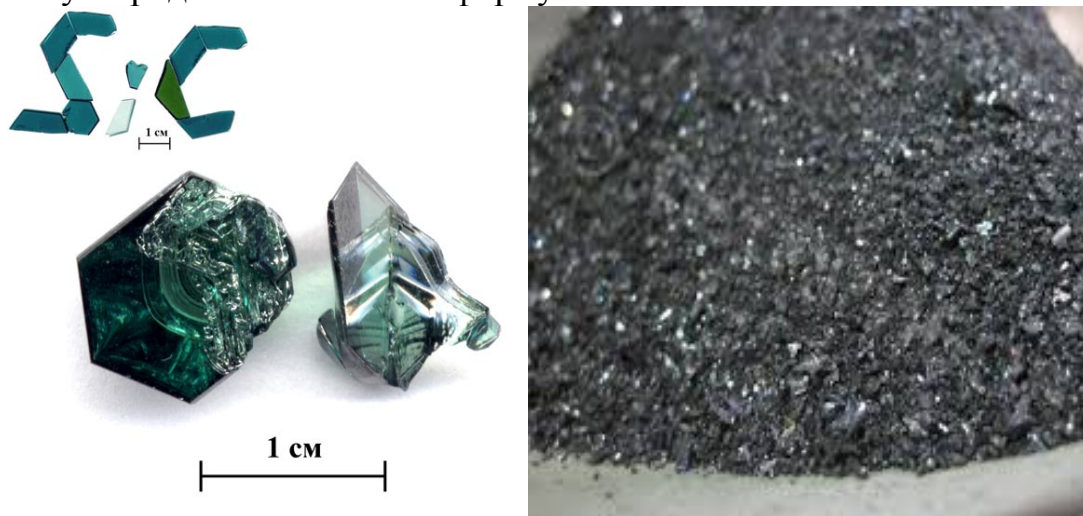
Ультразвуковая толщинометрия - это метод неразрушающего контроля, который используется для определения минимальной и максимальной толщины изделия.

Ультразвуковая толщинометрия - основной метод, применяемый с целью оценки фактического значения толщины стенок элементов конструкций способом однократного измерения в местах, недоступных для измерения толщины механическим измерительным инструментом.

Наиболее часто используемые приборы - ультразвуковые толщиномеры, которые измеряют время прохождения ультразвукового импульса от излучателя до противоположной поверхности объекта контроля и обратно. С помощью ультразвуковых толщиномеров может быть измерена толщина изделий из большинства конструкционных материалов.

Карбидокремниевые покрытия

Карбид кремния - неорганическое химическое соединение кремния с углеродом. Химическая формула SiC.



Кремния карбид (карборунд), SiC. Чистый карбид кремния стехиометрического состава – бесцветные кристаллы с алмазным блеском. Технический SiC может иметь разнообразную окраску: белую, серую, желтую, зеленую и черную. Цвет материала зависит от сырья и технологии получения кристаллов и определяется как типом и количеством примеси, так и степенью отклонения состава от стехиометрического. Карбид кремния кристаллизуется в двух модификациях: при температурах менее 2000°С – в кубической типа сфалерита (β -SiC) (см. *структурные типы кристаллов*), и при более высоких температурах – в гексагональной (α -SiC). Для высокотемпературной гексагональной модификации карбида кремния характерно явление *политипизма*: обнаружено более 50 политипных модификаций α -SiC.

Большим преимуществом карбидокремниевых покрытий, обусловивших их широкое применение для создания защитного жаростойкого покрытия в авиационной, космической, атомной и других отраслях промышленности является отличная от традиционных покрытий способность длительно работать в условиях высоких температур (до 1600° и выше).

Основная характеристика, обеспечивающая защитные свойства покрытия - его толщины. Определение толщины покрытия позволяет обнаружить скрытые производственные дефекты и отслеживать коррозионные процессы. Для этих целей используются толщиномеры, в основе которых лежат различные виды неразрушающего контроля.

Углерод-углеродные материалы с карбидокремниевым покрытием имеют важное практическое значение для изготовления деталей авиационной и ракетно-космической техники, а также для решения специальных трибологических задач. Надежное определение толщины карбидокремниевого покрытия на поверхности углерод-углеродных 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.

Импедансный метод

Метод основан на различии механических импедансов дефектных и доброкачественных участков контролируемого изделия.

Часть энергии внешнего источника колебаний расходуется на создание системы стоячих волн в преобразователе, а часть - на создание бегущей волны, уносящей энергию в материал.

Результирующий импеданс будет изменяться в каждой точке. Это несет информацию о толщине объекта измерения.

Эхо-метод

В изделие подается акустический сигнал, который проходит через изделие и отражается от нижней его границы и принимается в приемник, который также является и источником. Полученное время умножаем на скорость прохождения ультразвука и получаем толщину изделия.

В процессе анализа литературы (статей, книг, патентов) были исследованы и другие методы толщинометрии. Наиболее подходящими являются импедансный метод и метод измерения сдвига фаз.

Список информационных источников

1. К. Н. Филонов, В. Н. Курлов, Н. В. Классен, Е. А. Кудренко, Э. А. Штейнман. Особенности свойств наноструктурированных карбидокремниевых пленок и покрытий, полученных новым способом // ИЗВЕСТИЯ РАН. СЕРИЯ ФИЗИЧЕСКАЯ – 2009.– Том 73.– № 10.– С. 1457–1459.

2. Симоненко Е.П., Севастьянов В.Г., Мешалкин В.П., Кузнецов Н.Г. Карбидокремниевое покрытие на поверхности углеродных нанотрубок // Композиты и наноструктуры. – 2009. – № 4. – С. 28–34.

3. Д. В. Гращенков, Н. Е. Щеголова, Е. П. Симоненко, Г. В. Ермакова. Высокотемпературный керамический композиционный материал, устойчивый при длительной эксплуатации до 2000°C с многоуровневой комплексной системой защиты // Все материалы. Энциклопедический справочник. – №6.– 2011. Электронная версия доступна по адресу: www.viam.ru/publik

5. В. Г. Севастьянов, Е. П. Симоненко, В. В. Горский, А. Н. Симоненко, Н. Б. Генералова, Н. Т. Кузнецов. Неразрушающий ультразвуковой контроль толщины карбидокремниевое покрытие на углерод-углеродных композитах // Композиты и наноструктуры. – №4.– 2012.– С. 53 – 64.

6. Неразрушающий контроль. Справочник в 8 томах под редакцией Ключева В.В. Том 2. М., «Машиностроение», 2006г., 687 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

Капиллярный вид контроля основан на проникновении в полость поверхностного дефекта смачивающих жидкостей. Выявляемость дефектов указывает на то, какой определенный наименьший поверхностный дефект (например, ширина трещины) еще визуализируется данным набором материалов. Для испытаний дефектоскопических материалов используют контрольные образцы.

Образцы могут быть изготовлены как из металла, так и из неметалла. В основном, применяются металлические контрольные образцы, но у них есть существенные недостатки: не позволяют визуализировать физические процессы происходящие при реализации технологии капиллярного контроля, а также затруднительность очистки полостей дефектов от индикаторных жидкостей. Мы проводим анализ контрольных образцов из неметалла.

Контрольные образцы сопровождаются паспортом с указанием основных параметров дефекта: ширины раскрытия, длины и глубины.

Неметаллические образцы в данный момент проходят стадию исследования и доработки. Они просты в изготовлении, их изготовление экономически более выгодно, дефекты получаются с заданными параметрами, отсутствует коррозия, при очистке образцов от дефектоскопических материалов остатки материалов легко заметны, что позволяет более качественно производить очистку образцов, что в свою очередь продлевает срок их эксплуатации [1, 2].

На настоящий момент были разработаны в соответствии с РД 13-06-2006 паспорта на контрольные образцы неразрушающего капиллярного контроля из неметалла [3]. Для этого был проведен капиллярный контроль каждого контрольного образца и зафиксированы необходимые показания. Полученные наглядно результаты были сфотографированы. Дефектоскопический набор был выбран Sherwin. Испытания проводили на неметаллических контрольных образцах с единичными тупиковыми неразветвленными трещинами 3-го класса чувствительности [4]. Результаты приведены в приложении А.

Список информационных источников

1. 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.

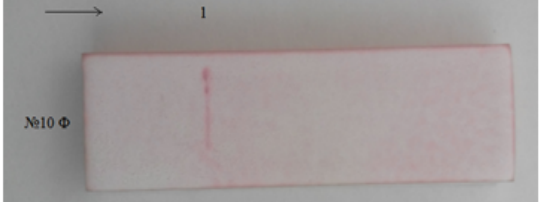
2. Kalinichenko N. P., Kalinichenko A. N., Konareva I. S. Reference specimens of nonmetallic materials for penetrant nondestructive testing // Russian Journal of Nondestructive Testing . - 2011 - Issue 47 - №. 10 - p. 663-666.

3. РД 13-06-2006 методические рекомендации «О порядке проведения капиллярного контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах».

4. ГОСТ 18442-80* - Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования.

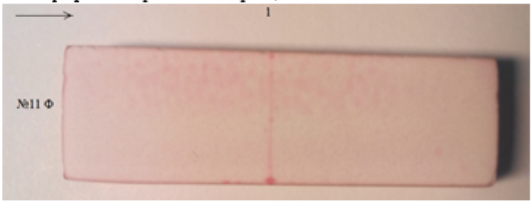
Приложение А. Паспорта на контрольные образцы из неметалла.

Паспорта на контрольные образцы из неметалла.

| <p style="text-align: center;">Паспорт на контрольный образец N10 Ф</p> <p>Образец из неметалла предназначен для оценки чувствительности капиллярного контроля.</p> <p>На образце имеется 1 тупиковая поверхностная трещина. Нумерация трещины начинается от клейма. Размеры трещины указаны в таблице.</p> <p>Таблица</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 5px;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Номер трещины от клейма</th> <th colspan="2">Размеры трещин, мкм</th> <th rowspan="2">Дата очередной переаттестации</th> </tr> <tr> <th>Ширина раскрытия</th> <th>Длина</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">14.8</td> <td style="text-align: center;">9</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Контрольный образец проверен _____ 24.09.2014 _____ (дата)</p> <p>и признан годным для определения чувствительности капиллярного контроля по 3 классу (ГОСТ 18442-80) при проведении контроля набором дефектоскопических материалов Sherwin</p> | Номер трещины от клейма | Размеры трещин, мкм | | Дата очередной переаттестации | Ширина раскрытия | Длина | 1 | 14.8 | 9 | | <p>Фотография контрольного образца.</p>  <p>Контрольный образец должен храниться в сухом месте в коробке.</p> <p>_____</p> <p>(дата и подпись руководителя метрологической службы)</p> <p>_____</p> <p>(дата и подпись руководителя лаборатории неразрушающего контроля)</p> |
|--|-------------------------|---------------------|--|--|--|-------|---|------|---|--|--|
| Номер трещины от клейма | | Размеры трещин, мкм | | | Дата очередной переаттестации | | | | | | |
| | Ширина раскрытия | Длина | | | | | | | | | |
| 1 | 14.8 | 9 | | | | | | | | | |

| Паспорт на контрольный образец N11 Ф | | | |
|--|---------------------|-------|--------------------------------------|
| Образец из неметалла предназначен для оценки чувствительности капиллярного контроля. | | | |
| На образце имеется 1 тушковая поверхностная трещина. Нумерация трещины начинается от клейма. Размеры трещины указаны в таблице. | | | |
| Таблица | | | |
| Номер трещины от клейма | Размеры трещин, мкм | | Дата очередной переаттестации |
| | Ширина раскрытия | Длина | |
| 1 | 11,6 | 13 | |
| Контрольный образец проверен <u>24.09.2014</u> (дата) и признан годным для определения чувствительности капиллярного контроля до <u>3</u> класса (ГОСТ 18442-80) при проведении контроля набором дефектоскопических материалов Sherwin | | | |

Фотография контрольного образца.



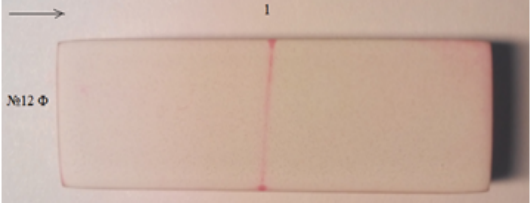
Контрольный образец должен храниться в сухом месте в коробке.

(дата и подпись руководителя метрологической службы)

(дата и подпись руководителя лаборатории неразрушающего контроля)

| Паспорт на контрольный образец N12 Ф | | | |
|--|---------------------|-------|--------------------------------------|
| Образец из неметалла предназначен для оценки чувствительности капиллярного контроля. | | | |
| На образце имеется 1 тушковая поверхностная трещина. Нумерация трещины начинается от клейма. Размеры трещины указаны в таблице. | | | |
| Таблица | | | |
| Номер трещины от клейма | Размеры трещин, мкм | | Дата очередной переаттестации |
| | Ширина раскрытия | Длина | |
| 1 | 13 | 14 | |
| Контрольный образец проверен <u>24.09.2014</u> (дата) и признан годным для определения чувствительности капиллярного контроля до <u>3</u> класса (ГОСТ 18442-80) при проведении контроля набором дефектоскопических материалов Sherwin | | | |

Фотография контрольного образца.



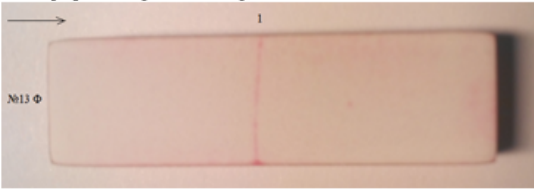
Контрольный образец должен храниться в сухом месте в коробке.

(дата и подпись руководителя метрологической службы)

(дата и подпись руководителя лаборатории неразрушающего контроля)

| Паспорт на контрольный образец N13 Ф | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------|-------|--------------------------------------|-------------------------|---------------------|--|--------------------------------------|------------------|-------|---|------|----|--|
| <p>Образец из неметалла предназначен для оценки чувствительности капиллярного контроля.</p> <p>На образце имеется 1 тупиковая поверхностная трещина. Нумерация трещины начинается от клейма. Размеры трещины указаны в таблице.</p> <p>Таблица</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Номер трещины от клейма</th> <th colspan="2">Размеры трещин, мкм</th> <th rowspan="2">Дата очередной перезатестации</th> </tr> <tr> <th>Ширина раскрытия</th> <th>Длина</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>11,8</td> <td>13</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | | | | Номер трещины от клейма | Размеры трещин, мкм | | Дата очередной перезатестации | Ширина раскрытия | Длина | 1 | 11,8 | 13 | |
| Номер трещины от клейма | Размеры трещин, мкм | | Дата очередной перезатестации | | | | | | | | | | |
| | Ширина раскрытия | Длина | | | | | | | | | | | |
| 1 | 11,8 | 13 | | | | | | | | | | | |
| <p>Контрольный образец проверен _____ 24.09.2014 _____ (дата)</p> <p>и признан годным для определения чувствительности капиллярного контроля по 3 классу (ГОСТ 18442-80) при проведении контроля набором дефектоскопических материалов Sherwin</p> | | | | | | | | | | | | | |

Фотография контрольного образца.



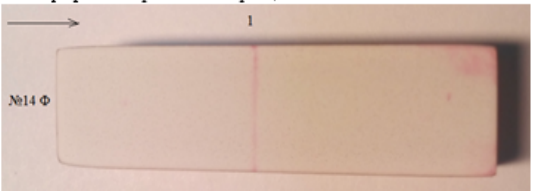
Контрольный образец должен храниться в сухом месте в коробке.

_____ (дата и подпись руководителя метрологической службы)

_____ (дата и подпись руководителя лаборатории неразрушающего контроля)

| Паспорт на контрольный образец N14 Ф | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------|-------|--------------------------------------|-------------------------|---------------------|--|--------------------------------------|------------------|-------|---|------|----|--|
| <p>Образец из неметалла предназначен для оценки чувствительности капиллярного контроля.</p> <p>На образце имеется 1 тупиковая поверхностная трещина. Нумерация трещины начинается от клейма. Размеры трещины указаны в таблице.</p> <p>Таблица</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Номер трещины от клейма</th> <th colspan="2">Размеры трещин, мкм</th> <th rowspan="2">Дата очередной перезатестации</th> </tr> <tr> <th>Ширина раскрытия</th> <th>Длина</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>10,6</td> <td>13</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | | | | Номер трещины от клейма | Размеры трещин, мкм | | Дата очередной перезатестации | Ширина раскрытия | Длина | 1 | 10,6 | 13 | |
| Номер трещины от клейма | Размеры трещин, мкм | | Дата очередной перезатестации | | | | | | | | | | |
| | Ширина раскрытия | Длина | | | | | | | | | | | |
| 1 | 10,6 | 13 | | | | | | | | | | | |
| <p>Контрольный образец проверен _____ 24.09.2014 _____ (дата)</p> <p>и признан годным для определения чувствительности капиллярного контроля по 3 классу (ГОСТ 18442-80) при проведении контроля набором дефектоскопических материалов Sherwin</p> | | | | | | | | | | | | | |

Фотография контрольного образца.



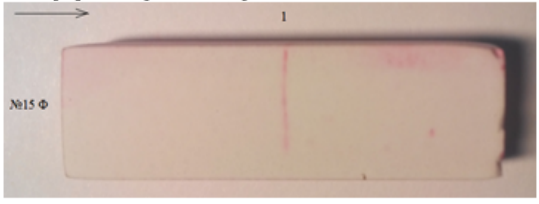
Контрольный образец должен храниться в сухом месте в коробке.

_____ (дата и подпись руководителя метрологической службы)

_____ (дата и подпись руководителя лаборатории неразрушающего контроля)

| Паспорт на контрольный образец N15 Ф | | | |
|--|--------------------|-------|----------------------------------|
| Образец из неметалла предназначен для оценки чувствительности капиллярного контроля. | | | |
| На образце имеется 1 тушковая поверхностная трещина. Нумерация трещины начинается от клейма. Размеры трещины указаны в таблице. | | | |
| Таблица | | | |
| Номер трещины от клейма | Размеры трещин, мм | | Дата очередной перезащиты |
| | Ширина раскрытия | Длина | |
| 1 | 11,8 | 10 | |
| Контрольный образец проверен _____ 24.09.2014 _____ (дата) и признан годным для определения чувствительности капиллярного контроля по 3 классу (ГОСТ 18442-80) при проведении контроля набором дефектоскопических материалов Sherwin | | | |

Фотография контрольного образца.



Контрольный образец должен храниться в сухом месте в коробке.

(дата и подпись руководителя метрологической службы)

(дата и подпись руководителя лаборатории неразрушающего контроля)

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ИМПУЛЬСНОГО АКТИВНОГО ТЕПЛОВОГО КОНТРОЛЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Рабданов Ч.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Тепловой контроль основан на измерении, мониторинге и анализе температуры контролируемых объектов. Основным условием применения теплового контроля является наличие в контролируемом объекте тепловых потоков. Процесс передачи тепловой энергии, выделение или поглощение тепла в объекте приводит к тому, что его температура изменяется относительно окружающей среды. Распределение температуры по поверхности объекта является основным параметром в тепловом методе, так как несет информацию об особенностях процесса теплопередачи, режиме работы объекта, его внутренней структуре и наличии скрытых внутренних дефектов. Тепловые потоки в контролируемом объекте могут возникать по различным причинам.

Импульсный метод - контроль, при котором длительность тепловой стимуляции существенно меньше характерного времени наблюдения; как правило, нагрев производят с помощью импульсного лазера или импульсной лампы .

Композит - это любой материал, сделанный из более, чем одной составляющей. Особенное внимание уделено композиционным материалам, усиленным волокнами, или волокнистым. Это материалы, в которых волокно, сделанное из одного материала, заключено внутри другого материала.

*Тепловой контроль образца из углепластика
Оптический импульсный нагрев с помощью ксеноновой лампы*

Преимущество импульсного нагрева состоит в возможности передать объекту контроля значительную энергию за короткое время и тем самым снизить влияние «поперечной» теплопроводности металла на выявляемость дефектов. В экспериментах был использован комплект QUADX STUDIO SET 3000 фирмы BOWENS. Внешний вид комплекта показан на рисунке 1.



Рис. 1. Комплект импульсных ламп QUADX STUDIO SET 3000

Лабораторная установка для импульсного нагрева показана на рисунке 2 и состоит из двух ксеноновых ламп, блока питания ламп, эталонного образца и тепловизора. Длительность импульса составляла около 1 мс при полной энергии световой вспышки до 3 кДж.



Рис. 2. Лабораторная установка, использующая ксеноновые импульсные лампы

*Устройство регистрации температуры (инфракрасная камера
NEC TH9100ML)*

Для регистрации последовательностей термограмм использовали одноволновую ИК камеру TH9100ML производства фирмы NEC Avio, Япония (рис. 3).



Рис. 3. ИК камера TH9100ML

Далее с помощью лабораторной установки была получена последовательность термограмм, отражающая процесс нагрева образца из композита с помощью источника импульсного теплового нагружения.

Один из кадров полученной последовательности представлен на рисунке 4.

Далее для упрощения и увеличения производительности обработки данных, из исходной последовательности была вырезана область интереса (ROI – region of interest). Вид области интереса представлен на рисунке 5.

Графики развития температуры для дефектной и бездефектной зон во времени (зоны показаны на Рисунке в виде эллипсов) представлены на рисунке 6.

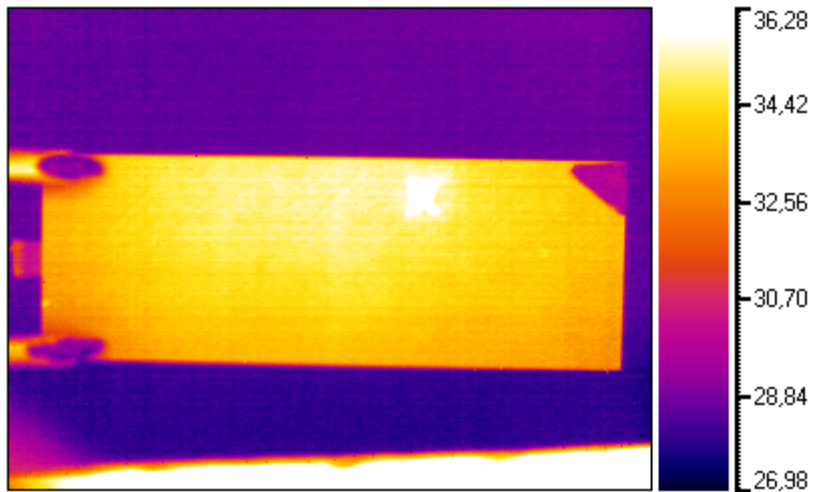


Рис. 4. 10 кадр исходной последовательности

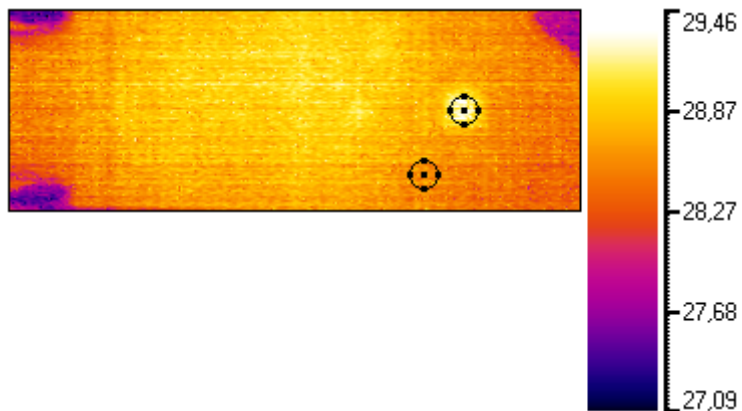


Рис. 5. Вид области интереса после упрощения

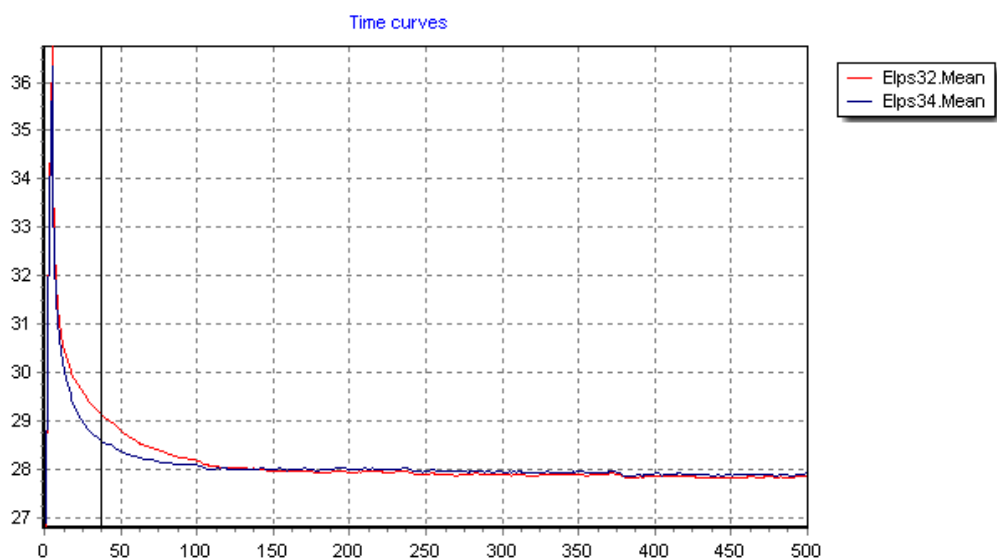


Рис.6. Графики развития температуры для дефектной и бездефектной зон во времени

Хорошо видно различие средних температур для дефектной и бездефектной зоны во времени. Для дефектной зоны наблюдается увеличенные значения температур. После 100 го кадра (соответствует моменту времени 1.6 после импульса нагрева) температуры для дефектной и бездефектной зоны совпадают (температурный сигнал спадает до уровня шума тепловизора). По графику можно приблизительно определить наиболее оптимальный момент для регистрации сигнала, что соответствует 20-30 кадру. Для более точной оценки оптимального момента обнаружения сигнала использовалось отношение сигнал-шум.

Отношение сигнал-шум, является базовым при проведении процедур теплового контроля, для его определения используются выражения, представленные ниже.

Общим критерием сравнения различных процедур ТК является отношение сигнал/шум, которое определяет как:

$$S = \frac{T_d - T_{nd}}{\sigma_{nd}},$$

где T_d -средняя температура в дефектной зоне; T_{nd} - средняя температура в бездефектной зоне; σ_{nd} -стандартное отклонение в бездефектной области (дисперсия шума), определяем как

$$\sigma_{nd} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(T_{ndi} - T_{nd})^2}{n-1}}.$$

Внутренний дефект может быть надежно обнаружен оператором или автоматическим устройством, если в момент наблюдения обусловленный им сигнал превышает уровень шумов: $s > 1$.

График изменения отношения сигнал-шум для последовательности приведен на рисунке 7.

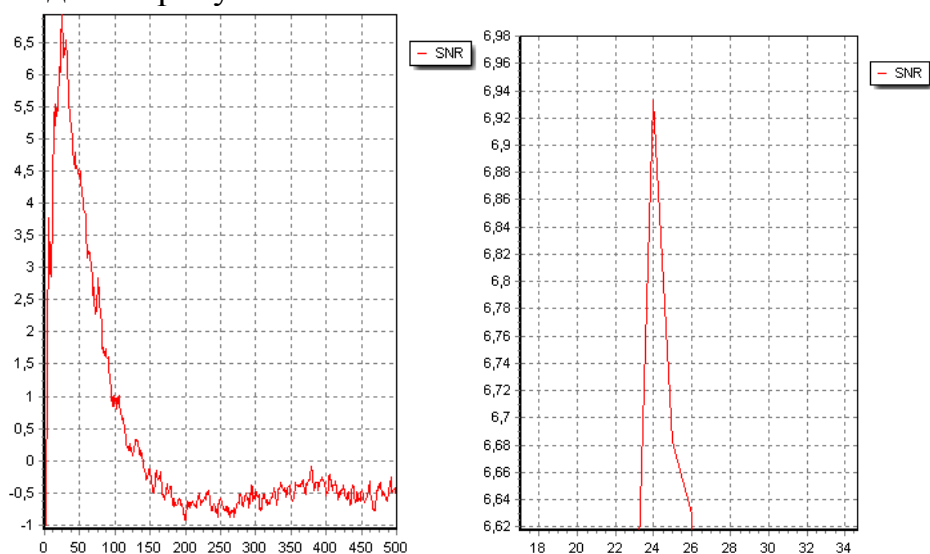


Рис. 7. График изменения отношения сигнал-шум

Как видно из рисунка, температурное поле для 24 кадра, соответствует максимальному отношению сигнал-шум. Вид температурного поля для 24 кадра приведен на рисунке 8.

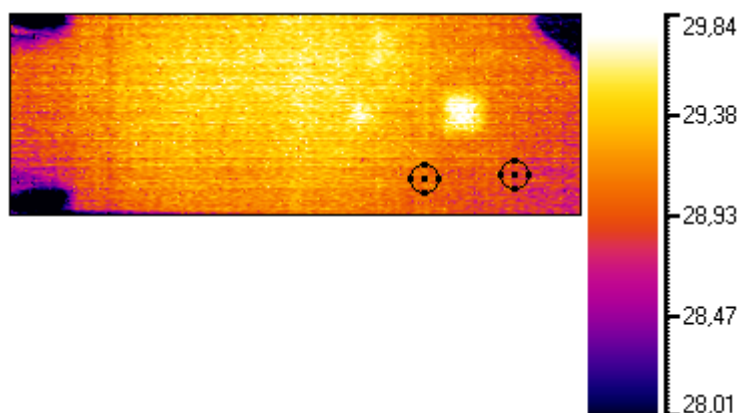


Рис. 8. Температурное поле для 24 кадра (максимальное отношение сигнал-шум)

Для развитой обработки тепловизионной последовательности использовалось преобразование Фурье. Смысл преобразования Фурье состоит в применении дискретного преобразования Фурье к временному развитию температуры для I,j пикселя. В результате получается последовательность и изображений амплитуд и фаз для каждой частоты. Формула для вычисления преобразования Фурье приведена ниже:

$$F_s = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{n=1}^N f_n e^{2\pi j(n-1)(s-1)/N}$$

где f_n - дискретная исходная функция, содержащая N отсчетов (N термограмм в последовательности), s - частота, j - мнимая единица, n - номер отсчета.

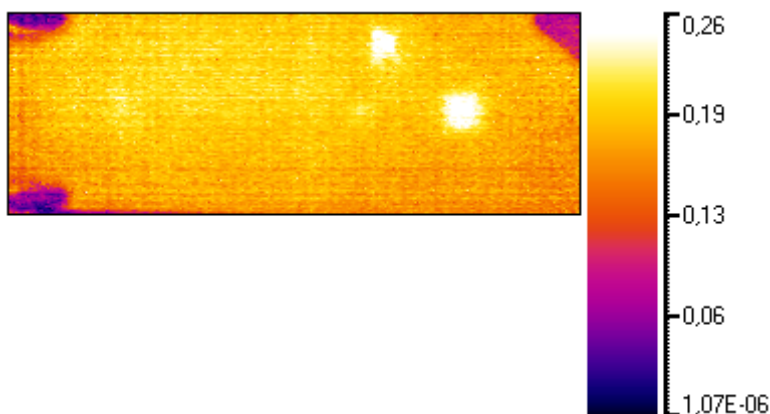


Рис. 9. Изображение амплитуды для 1 гармонике при преобразовании Фурье

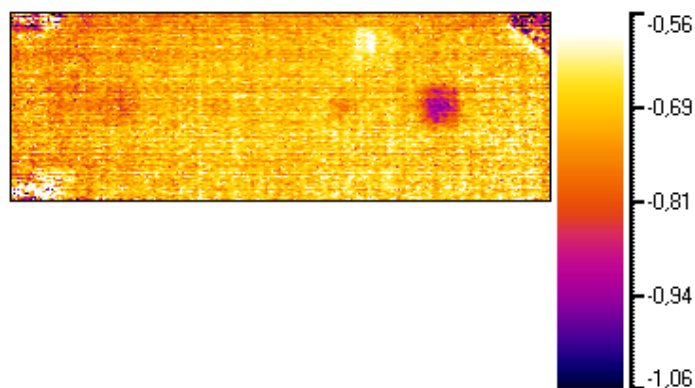


Рис. 10. Изображение фазы для 3 гармоника при преобразовании Фурье

Для обработки данных использовалась компьютерная программа ThermoLab (сайт <http://tndtsoft.ru>), а также математический пакет MATLAB.

Список информационных источников

1. Вавилов В.П. Тепловые методы контроля композиционных структур и изделий радиоэлектроники. М., Радио и связь, 1984.
2. <http://tndtsoft.ru>
3. В.П. Вавилов. Инфракрасная Термография и Тепловой контроль, Томск, 2012.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛА ТЕПЛОВЫМ МЕТОДОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМПУЛЬСНОГО ОПТИЧЕСКОГО НАГРЕВА

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.

В связи с этим своевременное обнаружение коррозии, является важнейшей задачей неразрушающего контроля. 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 искусственно-го уноса материала с использованием импульсного оптического нагрева из ксеноновых ламп, с различными факторами, препятствующими обнаружению дефектов тепловым методом.

Регистрируемым показателем являлось отношение температуры в дефектном участке к температуре в бездефектной области (ΔT).

Объект контроля - бочка из листовой стали (высота (h) -45см., диаметр (d) - 30 см.) (рис. 1).



Рис. 1 Бочка из листовой стали

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.

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.

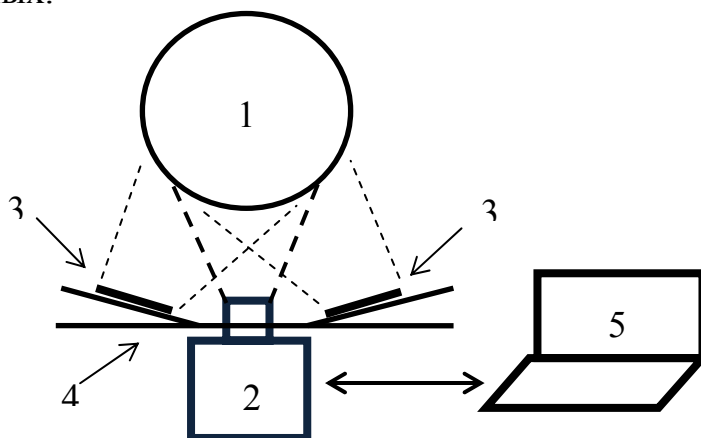


Рис. 2. Принципиальная схема проводимого эксперимента

В ходе данного эксперимента проводили нагрев экспериментального образца, 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 .

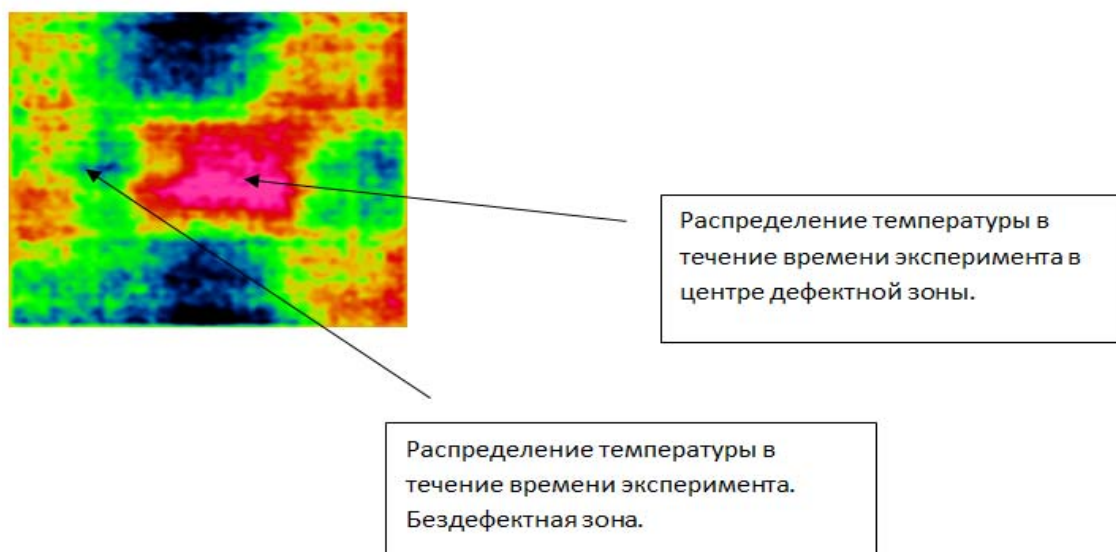


Рис. 3 PCA анализ

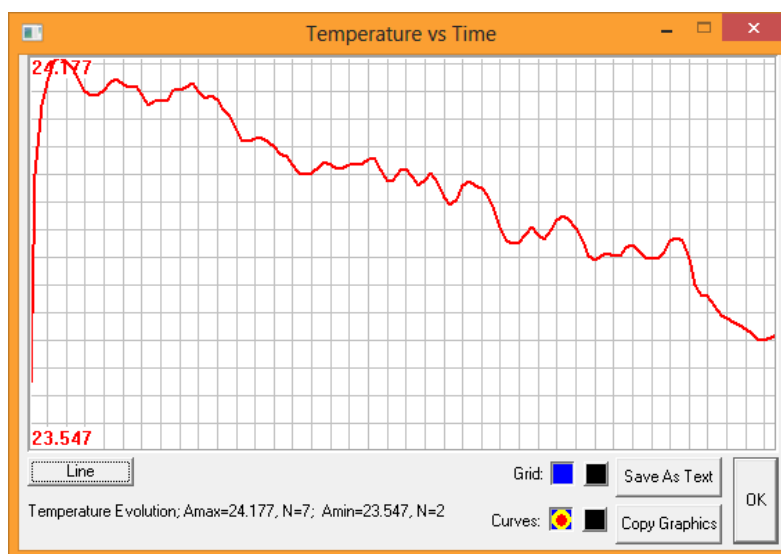


Рис. 4 Зависимость изменения температуры от времени.

Дефект №2. Слой бумаги не плотно прилегающей к объекту.

РСА анализ и Fourier анализ не дал результатов. По причине разогрева воздуха в полостях под оклеенной областью, выявления дефектов не представляется возможным

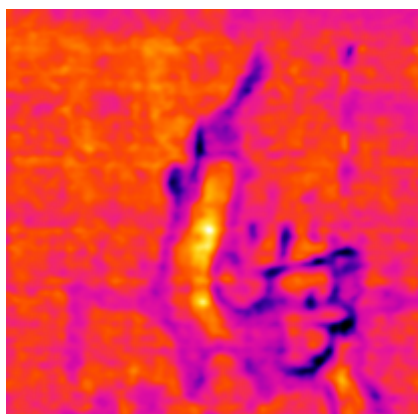


Рис. 5 РСА анализ

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.

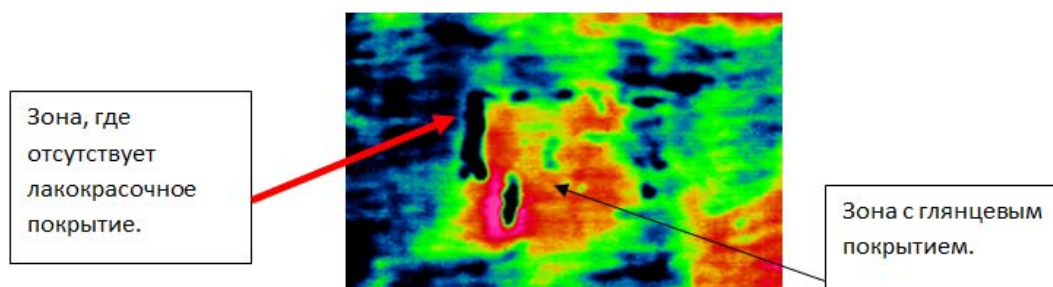


Рис. 6 РСА анализ

Заключение:

Анализ полученных экспериментальных данных позволяет сделать следующие выводы: 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 так же область с глянцевым покрытием не показала ожидаемый результат. Зона с матовым покрытием показала самый объективный результат, так как коэффициент отражения равен 0.96.

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.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ 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*

В ходе технического обслуживания магистральных трубопроводов нередко затруднения эксплуатации, вызванные нарушением полнопроходного сечения.

Полная или частичная закупорка трубопровода может произойти по следующим причинам:

- 1.застревания очистных устройств и автономных приборов диагностики, движущихся с потоком нефти;
- 2.образования ледяных пробок вследствие замерзания скопившейся в низких местах воды, попавшей в трубопровод при строительстве;
- 3.накопления большого количества парафиновых или полимерных отложений;
- 4.отложения кристаллогидратов (газогидратов) в газопроводах, образующихся при наличии влаги в газе при определенном давлении и температуре.

Известен ряд способов получения информации о состоянии линейной части магистрального трубопровода: устройства для контроля со-

стояния проходного сечения трубопровода, использование внутритрубных инспекционных снарядов с ультразвуковыми датчиками и т. д.

Указанные способы, обладая высокой информационной ценностью, не позволяют получать информацию о состоянии магистрального трубопровода в совокупном виде (обо всех возможных недостатках объекта и обладают низкой оперативностью).

Для решения задачи определения местоположения инородных объектов в трубопроводах мы предлагаем использовать метод радиоимпульсной рефлектометрии. Суть метода состоит в зондировании линии передачи (волновода) сверхвысокочастотным (СВЧ) импульсом наносекундной длительности с последующей фиксацией времени прохода отраженного от неоднородности импульса к входному концу волновода.

Применительно к нашей задаче волноводом является трубопровод. Отражение СВЧ импульса от инородного объекта происходит за счет разницы электрофизических параметров (ϵ , $\text{tg}\delta$) рабочей среды газопровода и инородного объекта.

Главным информативным параметром данного метода является интервал времени Δt пробега СВЧ импульса до инородного объекта и обратно.

Зная скорость распространения СВЧ импульса по трубе ($\approx 0,3$ м/нс), можно определить расстояние от точки ввода СВЧ импульса в трубу до объекта по простой формуле

$$l_x = \frac{\Delta t \cdot V}{2}, \quad (1)$$

где V – скорость распространения СВЧ импульса по трубе.

После проведения несложных расчетов по формуле, приведенной выше, ясно, что порядок измеряемых временных интервалов составляет наносекунды. Например, для обнаружения инородного объекта на расстоянии 100 м, время двойного прохода СВЧ импульса составляет ≈ 650 нс.

От правильного измерения временного интервала зависит точность обнаружения инородных объектов в трубопроводах.

Существуют различные методы измерения временных интервалов наносекундной длительности. Мы рассмотрим один из наиболее распространенных – нониусный метод.

Нониусные измерители временных интервалов позволяют уменьшить погрешности начала Δt_1 и конца Δt_2 счёта. Однако в большинстве приборов счётные импульсы синхронизированы с началом временного интервала, поэтому уменьшается лишь погрешность конца счёта.

На рисунке 1 приведена функциональная схема измерителя интервалов времени с нониусным методом уменьшения погрешности Δt_2 и с синхронизацией стартового импульса ($\Delta t_1 = 0$).

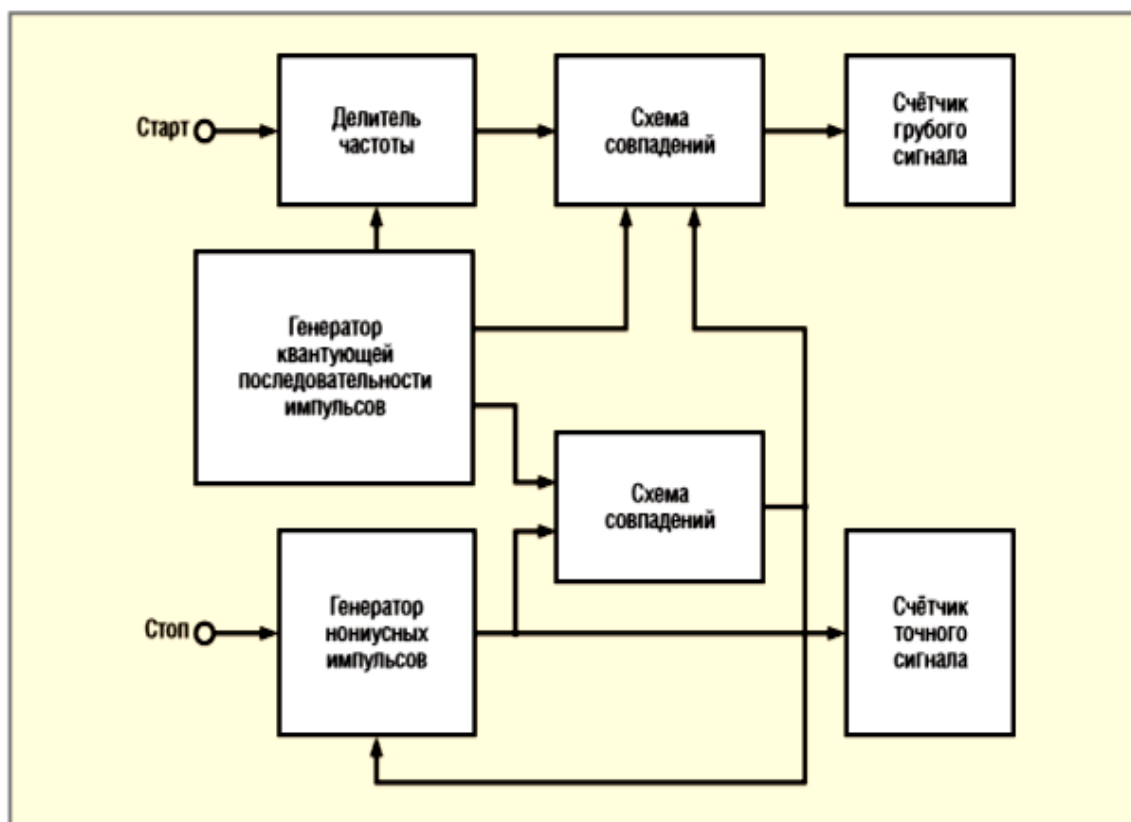


Рис. 1. Функциональная схема измерителя временных интервалов

Схема работает следующим образом. Импульсы с генератора квантующей последовательности поступают на входы схем совпадения и на вход делителя частоты. Делитель частоты формирует импульсы, синхронные с квантующей последовательностью и служащие для запуска исследуемых устройств. Одновременно импульсы делителя открывают схему совпадения, выходные импульсы которой регистрируются счётчиком грубого отсчёта. Генератор нониусных импульсов запускается стоповым импульсом. Генерируемые им импульсы с периодом $t_n = (n-1)/n$, где n – целое число, поступают на другой вход схемы совпадений и одновременно регистрируются счётчиком точного отсчёта. Через некоторый промежуток времени, зависящий от длительности ($t_0 - \Delta t_2$) (см. рис. 2), происходит совпадение импульсов квантующей и нониусной последовательностей, и схема совпадения блокирует генератор нониусных импульсов. Очевидно, что количество импульсов, зарегистрированных счётчиком, пропорционально длительности интервала ($t_0 - \Delta t_2$).

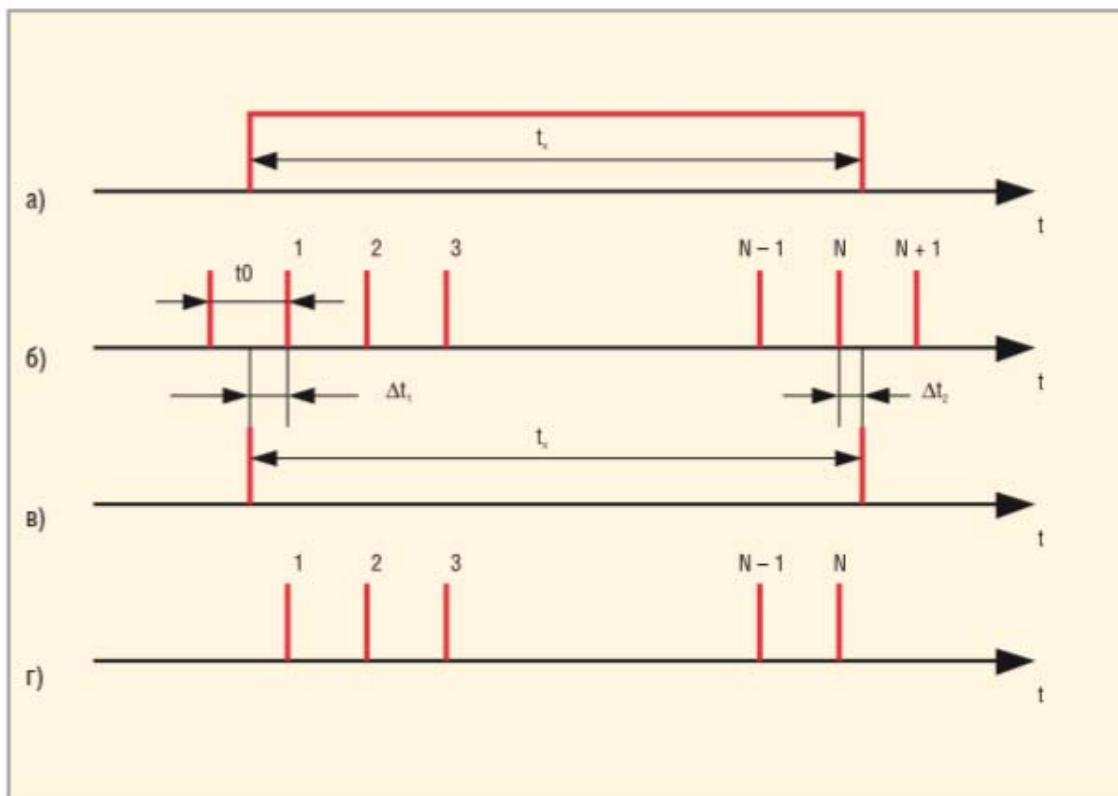


Рис. 2. Временная диаграмма метода последовательного счёта
а – управляющий импульс; б – импульсы квантующей последовательности; в – импульсы, определяющие начало и конец измеряемого интервала; г – импульсы на выходе селектора

Измеренный интервал t_x можно выразить в виде:

$$t_x = (N - N_n) \cdot t_0 + N_n \cdot \Delta t_n,$$

где N – показания счётчика грубого отсчёта;

N_n – показания счётчика точного отсчёта;

Δt_n – шаг нониуса, равный t_0/n .

Абсолютная погрешность нониусного метода может быть сведена к 10^{-9} с.

Список информационных источников

1. Техника и приборы СВЧ. Под ред. академика Н.Д. Девяткова. Учебник для студентов вузов по специальности «Электронный прибор», М., «Высш. школа», 1970. 440 стр. с илл.

2. К.А.Коровин, В.П.Шиян СВЧ-метод определения местоположения инородных объектов в газопроводах // Спецвыпуск журнала «Репутация качества»: Материалы XII Международной научно-практической конференции «Качество-стратегия XXI века». Томск: издательство ТПУ, 2007. – 71 стр.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ЭЛЕМЕНТОВ ГИДРОПРИВОДА

Халабузар Е.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Мойзес Б.Б., к. т.н., доцент кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

Гидравлический привод является основным типом привода многих строительных и дорожных машин, технологического оборудования т. д. В процессе эксплуатации машин с гидроприводом ее выходные параметры могут меняться от номинального до допустимого значения. Основная причина – внешние утечки и внутренние перетечки рабочей жидкости. Наружные утечки – одно из наиболее распространённых повреждений гидропривода, легко определяемое визуальным наблюдением. Внутренние перетечки в подвижных сопряжениях деталей свидетельствуют не только о возникновении неисправности и нарушении работоспособности гидропривода, но и об износе поверхностей сопряжённых деталей. Критерии предельного состояния гидрооборудования машин устанавливаются нормативно-технической документацией заводов-изготовителей. В основе большинства методов обеспечения надежности гидропривода лежит система планово-предупредительных ремонтов, которая приводит к простоему оборудованию, и тем самым, к финансовым издержкам. В связи с этим вопросы, связанные с решением задач повышения эффективности диагностики надежности гидроприводов машин, всегда актуальны.

В настоящее время техническое состояние агрегатов гидросистемы требуется определять в любом режиме по объемному расходу и давлению рабочей жидкости, что позволяет дополнительно оценивать техническое состояние гидроагрегатов и по коэффициенту подачи рабочей жидкости. Определение объемной подачи при разных давлениях позволяет более точно оценивать техническое состояние гидроагрегатов с использованием коэффициента подачи. Выход указанных контролируемых параметров за пределы допустимых значений приводит к ухудшению выполняемых гидросистемой функций: уменьшению скорости выполняемых операций; падению давления рабочей жидкости в гидролинии; уменьшению объема выполняемых работ и т. д. Поэтому определение технического состояния агрегатов гидросистемы по объемному расходу, давлению рабочей жидкости и коэффициенту подачи крайне важно как в условиях эксплуатации, так и после ремонта при установке гидроагрегатов на машину.

Был проведен анализ диагностических приборов и устройств контролирующих параметры работы элементов гидропривода. Таких как механические гидротестеры, простые цифровые гидротестеры с ручным управлением, цифровые гидротестеры двустороннего действия с дистанционными входными устройствами, аналоговые гидротестеры с дистанционным входным устройством. Примером таких видов гидротестераов можно отнести механический гидротестер ДР-160 предназначенный для проведения диагностики гидрооборудования гидросистем экскаваторов, строительных и дорожных машин. Так же были рассмотрены расходомеры низкого, среднего и высокого давления. Датчики расхода жидкости и портативные считывающие устройства для распознавания этих датчиков. Они применяются при комплексной проверке технического состояния гидросистем и для поиска неисправностей гидрофицированной мобильной техники и промышленных установок. Одним из много разнообразия диагностических устройств является баротестер, предназначенный для контроля давления в подсистемах гидроприводов любых машин и настройки режимных параметров клапанов давления.

Такие его характеристики транспортабельность, малые габариты, возможность разделения на приборный и инструментальный модули, оснащение манометров баротестера микрошлангами с быстроразъемными соединениями позволяют быстро включать диагностическое устройство в системы гидроприводов машин.

В дальнейшем будет проведена разработка диагностического устройства для контроля элементов работы строительных дорожных машин в суровых условиях сибери.

Список информационных источников

1. Кононов А.А., Ермашонок С.М. Гидравлика. Гидравлические машины и гидроприводы СДМ. Братск: ГОУ ВПО "БрГТУ", 2003. - 61 с.
2. Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам / [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.fips.ru>.

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).

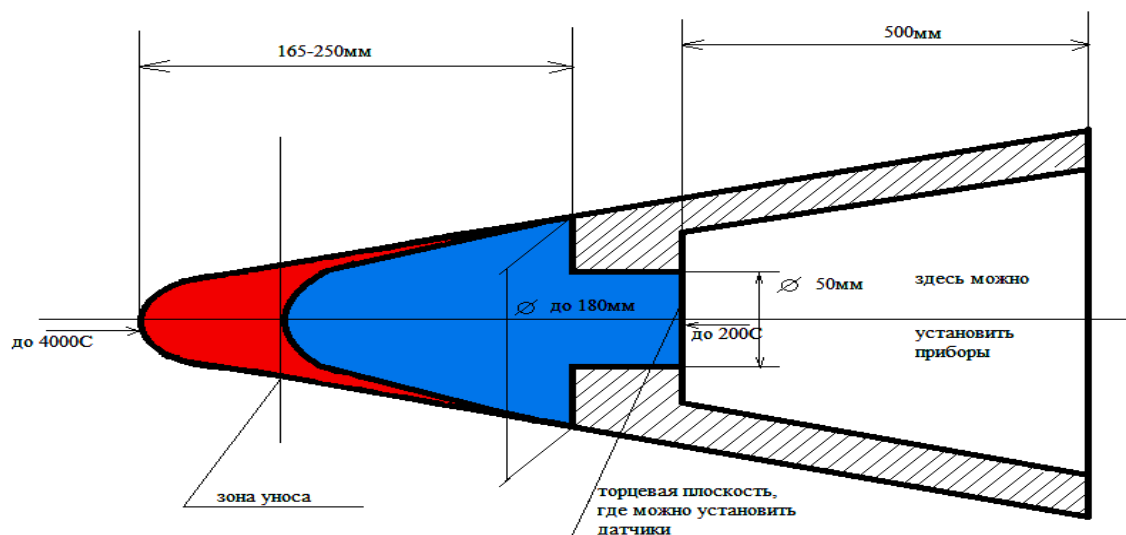


Рис. 1. Схема конусообразной головной части

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 250°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 (см. 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 $T_1 - T_0$.

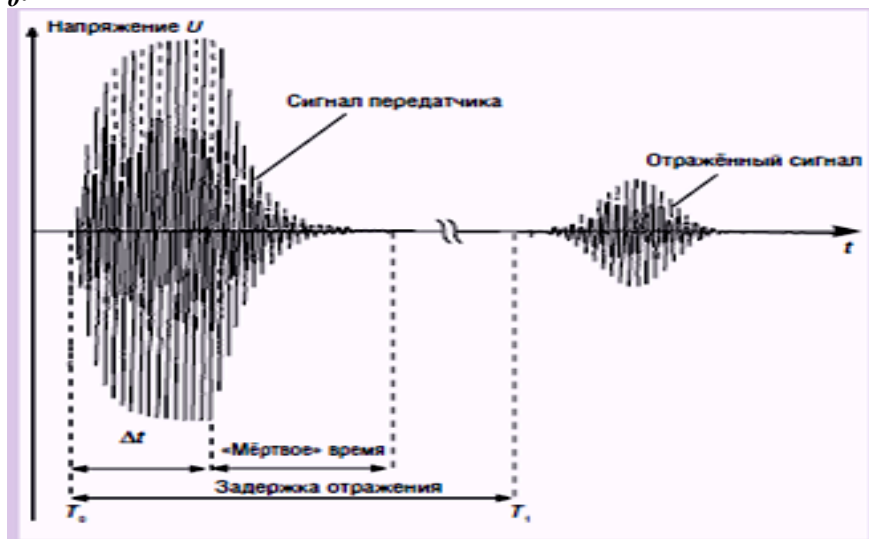


Рис. 3. Смысл ультразвукового эхо-метода

Благодаря тому, что пьезоэлектрический преобразователь может служить как излучателем, так и приемником ультразвуковых импульсов, появляется возможность создать ультразвуковые датчики расстоя-

ния 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 250°С.

2. Необходимо получить информацию о положении достаточно большого количества точек на внешней поверхности тела, для достаточно детального описания формы его поверхности.

3. Измерения во всём массиве точек должны проводиться с частотой отсчётов порядка 1 секунды для получения оперативной информации.

4. Информация должна быть представлена в цифровом виде для обеспечения возможности её передачи из приборного отсека летящего объекта на землю по радиоканалу.

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.

РАЗРАБОТКА ШИРОКОДИАПАЗОННОГО ТРАНСМИССИОННОГО РЕНТГЕНОВСКОГО МЕТОДА 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*

В настоящее время Важнейшую роль высокоточные методы измерения толщины играют на стадии испытания нового или реконструированного технологического оборудования, в случае совершенствования технологии изготовления стального проката и расширения номенклатуры изделий. В настоящее время для измерения толщины стального проката применяются измерительные, электромеханические, ультразвуковые, оптические и рентгеновские методы. Использование различных методов измерений толщины стального проката существенно ограничивается условиями испытаний, негативно воздействующими на точность измерительных систем. К упомянутым негативным факторам относятся: высокая температура, высокий уровень вибраций, наличие широкополосных акустических шумов, высокий уровень электромагнитных помех, высокая скорость перемещения прокатанного листа. Указанные факторы существенно ограничивают применение контактных реализаций методов неразрушающих испытаний. Можно сделать вывод о предпочтительности рентгеновских трансмиссионных методов применительно к контролю качества стального проката.

В данной статье приведены зависимости приборных интегральных и дифференциальных массовых коэффициентов ослабления рентгеновского излучения для стали Ст45 от толщины и аналитические выражения для их аппроксимации. Выведено уравнение рентгеновского измерителя толщины.

1. Геометрическая схема рентгеновского измерителя толщины

На рисунке 1 приведена геометрическая схема рентгеновского измерителя толщины стального проката.

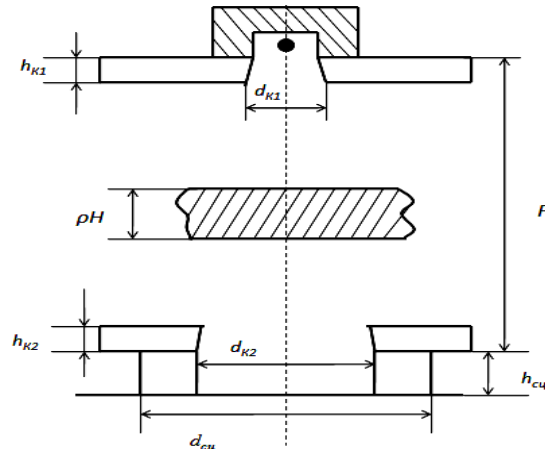


Рис. 1 – Геометрическая схема рентгеновского измерителя толщины стального проката

К выбираемым параметрам конических коллиматоров источника рентгеновского излучения и радиометрического детектора относятся их толщины h_{K1} , h_{K2} и диаметры выходных окон d_{K1} , d_{K2} . Одним из наиболее распространённых критериев выбора толщин коллиматоров является ограничение на k – кратность ослабления рентгеновского излучения, например, кратность ослабления k не менее 1000.

Для выбора фокусного расстояния – $F=1000$ мм, чувствительный объём радиометрического детектора – сцинтиллятор CsI имеет размеры: диаметр $d_{cu}=25$ мм; толщину $h_{cu}=45$ мм. В результате расчетов получили $h_{K1} = h_{K2} = 3,3$ см, $d_{K1}=0,8$ мм, $d_{K2}=23,9$ мм.

2. Расчёт зависимостей приборных интегральных и дифференциальных массовых коэффициентов ослабления рентгеновского излучения от толщины объекта контроля и от максимальной энергии рентгеновского излучения $m_{int}(\rho H, E_{max})$ и $m_{diff}(\rho H, E_{max})$

Параметры, характеризующие процесс ослабления и регистрации рентгеновского излучения, зависят от толщины ослабляющего барьера – ρH , максимальной энергии E_{max} рентгеновского излучения и энергетического спектра – $f(E, E_{max})$, материала сцинтиллятора и его толщины – h_{cu} . Приборный интегральный массовый коэффициент ослабления (МКО) рентгеновского излучения вводится следующим образом

$$I(\rho H, E_{max}) = I_0 \frac{\int_{E_{min}}^{E_{max}} E_{ab}(E) f(E, E_{max}) (1 - e^{-\mu_{cu}(E) h_{cu}}) e^{-m(E) \rho H} dE}{\int_{E_{min}}^{E_{max}} E_{ab}(E) f(E, E_{max}) (1 - e^{-\mu_{cu}(E) h_{cu}}) dE} = I_0 e^{-m_{int}(E) \rho H}, (1)$$

где I_0 – величина поглощенной в детекторе энергии рентгеновского излучения с максимальной энергией в спектре E_{\max} без ОК при той же геометрии; $E_{\text{ab}}(E)$ – среднее значение поглощенной энергии зарегистрированного кванта с энергией E ; $\mu_{\text{cy}}(E)$, $m(E)$ – энергетические зависимости линейного и массового коэффициентов ослабления фотонного излучения материалом сцинтиллятора и ослабляющего материала.

Формула для вычисления приборного интегрального массового коэффициента ослабления рентгеновского излучения $m_{\text{int}}(\rho H, E_{\max})$ выводится из (1)

$$m_{\text{int}}(\rho H, E_{\max}) \approx -\frac{1}{\rho H} \ln \left[\frac{\int_{E_{\min}}^{E_{\max}} E_{\text{ab}}(E) f(E, E_{\max}) (1 - e^{-\mu_{\text{Csl}}(E) h_{\text{Csl}}}) e^{-m(E) \rho H} dE}{\int_{E_{\min}}^{E_{\max}} E_{\text{ab}}(E) f(E, E_{\max}) (1 - e^{-\mu_{\text{Csl}}(E) h_{\text{Csl}}}) dE} \right]. \quad (2)$$

Выражение для вычисления приборного дифференциального МКО $m_{\text{diff}}(\rho H, E_{\max})$ имеет вид

$$m_{\text{diff}}(\rho H, E_{\max}) \approx \frac{\int_{E_{\min}}^{E_{\max}} m(E) E_{\text{ab}}(E) f(E, E_{\max}) (1 - e^{-\mu_{\text{Csl}}(E) h_{\text{Csl}}}) e^{-m(E) \rho H} dE}{\int_{E_{\min}}^{E_{\max}} E_{\text{ab}}(E) f(E, E_{\max}) (1 - e^{-\mu_{\text{Csl}}(E) h_{\text{Csl}}}) e^{-m(E) \rho H} dE} \quad (3)$$

Следует отметить, что интегральные и дифференциальные линейные коэффициенты ослабления связаны друг с другом. Несложно вывести выражение, связывающее $m_{\text{int}}(\rho H, E_{\max})$ и $m_{\text{diff}}(\rho H, E_{\max})$. Уравнение упомянутой связи имеет вид

$$m_{\text{diff}}(\rho H, E_{\max}) = \mu_{\text{int}}(\rho H, E_{\max}) + \frac{\partial \mu_{\text{int}}(\rho H, E_{\max})}{\partial \rho H} \rho H \quad (4).$$

Была проведена серия расчётов по формулам (2), (3) интегральных $m_{\text{int}}(\rho H, E_{\max})$ и дифференциальных $m_{\text{diff}}(\rho H, E_{\max})$ МКО рентгеновского излучения для стали Ст45 в диапазоне максимальных энергий E_{\max} от 100 до 450 кэВ. Толщины стального проката варьировали от 1 до 20 г/см². Для описания энергетического спектра применяли выражение, близкое к формуле Крамерса, $f(E, E_{\max}) = \frac{E_{\max} - E}{E}$, $E \geq 5$ кэВ. Данные по коэффициентам ослабления гамма-излучения с веществом заимствованы из 127 групповой библиотеки данных [4], по зависимости $E_{\text{ab}}(E)$ – [5]. Расчёты проводились в системе MathCad. Результаты расчётов $m_{\text{int}}(\rho H, E_{\max})$ и $m_{\text{diff}}(\rho H, E_{\max})$ сведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1. Приборные интегральные массовые коэффициенты ослабления рентгеновского излучения – $m_{\text{int}}(\rho H, E_{\text{max}})$

| $E_{\text{max}},$ кэВ | $\rho H, \text{ г/см}^2$ | | | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 15 | 20 |
| 100 | 0,536 | 0,518 | 0,506 | 0,497 | 0,49 | 0,483 | 0,473 | 0,465 | 0,451 | 0,443 |
| 150 | 0,273 | 0,258 | 0,247 | 0,236 | 0,227 | 0,218 | 0,203 | 0,19 | 0,161 | 0,145 |
| 200 | 0,216 | 0,208 | 0,201 | 0,196 | 0,191 | 0,186 | 0,179 | 0,172 | 0,158 | 0,149 |
| 250 | 0,188 | 0,182 | 0,177 | 0,173 | 0,17 | 0,167 | 0,162 | 0,157 | 0,148 | 0,142 |
| 300 | 0,171 | 0,166 | 0,162 | 0,158 | 0,156 | 0,153 | 0,149 | 0,146 | 0,139 | 0,134 |
| 350 | 0,159 | 0,154 | 0,151 | 0,148 | 0,145 | 0,143 | 0,14 | 0,137 | 0,131 | 0,127 |
| 400 | 0,149 | 0,145 | 0,142 | 0,14 | 0,137 | 0,135 | 0,132 | 0,129 | 0,124 | 0,121 |
| 450 | 0,142 | 0,138 | 0,135 | 0,133 | 0,131 | 0,129 | 0,126 | 0,124 | 0,119 | 0,116 |

Таблица 2. Приборные дифференциальные массовые коэффициенты ослабления рентгеновского излучения – $m_{\text{diff}}(\rho H, E_{\text{max}})$

| $E_{\text{max}},$ кэВ | $\rho H, \text{ г/см}^2$ | | | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 15 | 20 |
| 100 | 0,495 | 0,478 | 0,466 | 0,456 | 0,448 | 0,442 | 0,436 | 0,428 | 0,411 | 0,402 |
| 150 | 0,23 | 0,211 | 0,194 | 0,18 | 0,167 | 0,156 | 0,137 | 0,123 | 0,1 | 0,088 |
| 200 | 0,187 | 0,178 | 0,171 | 0,166 | 0,16 | 0,156 | 0,148 | 0,137 | 0,129 | 0,118 |
| 250 | 0,163 | 0,157 | 0,153 | 0,149 | 0,147 | 0,144 | 0,14 | 0,137 | 0,13 | 0,124 |
| 300 | 0,146 | 0,142 | 0,139 | 0,137 | 0,134 | 0,133 | 0,13 | 0,127 | 0,123 | 0,12 |
| 350 | 0,135 | 0,131 | 0,129 | 0,127 | 0,125 | 0,124 | 0,121 | 0,119 | 0,116 | 0,114 |
| 400 | 0,126 | 0,123 | 0,121 | 0,119 | 0,118 | 0,116 | 0,114 | 0,113 | 0,11 | 0,108 |
| 450 | 0,119 | 0,116 | 0,114 | 0,113 | 0,111 | 0,11 | 0,109 | 0,107 | 0,105 | 0,103 |

Для иллюстрации на рисунке 3 приведены зависимости $m_{\text{int}}(\rho H)$ и $m_{\text{diff}}(\rho H)$ для нескольких уровней энергий E_{max} .

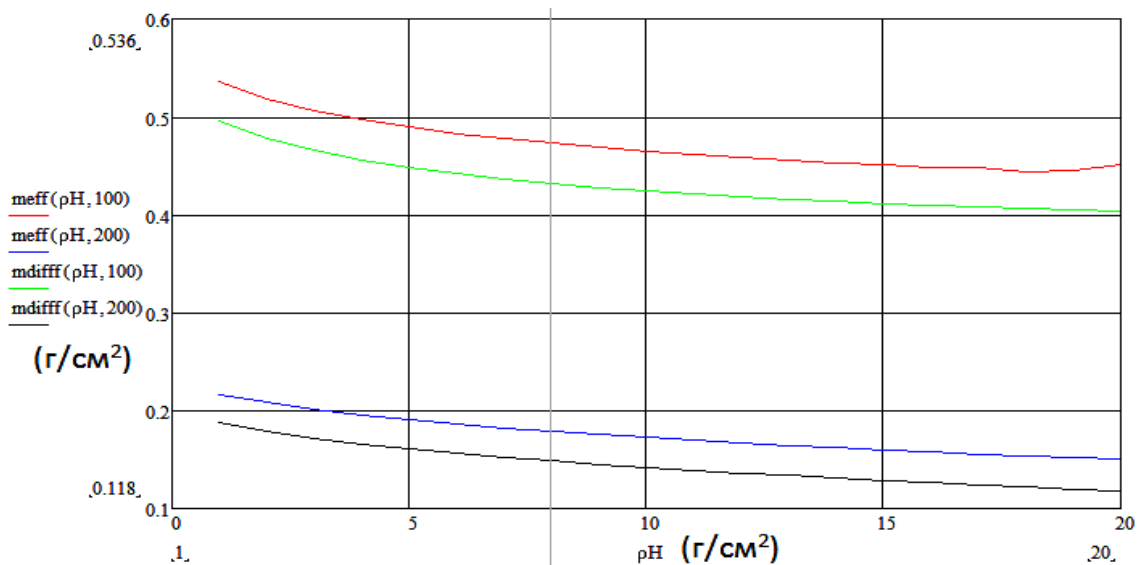


Рис. 3 – Зависимости $m_{\text{int}}(\rho H)$ и $m_{\text{diff}}(\rho H)$

3. Уравнение измерителя толщины

Уравнение измерителя толщины должно связывать оцениваемый параметр объекта контроля – ρH с измеряемой физической величиной – $I(\rho H, E_{\max})$.

$$m_{\text{int}}(\rho H, E_{\max})\rho H = -\ln \frac{I(\rho H, E_{\max})}{I_0}, \quad (5)$$

здесь $I(\rho H, E_{\max})$ – величина поглощенной в детекторе энергии рентгеновского излучения с максимальной энергией в спектре E_{\max} за барьером толщиной ρH при фиксированной геометрии контроля; I_0 – величина поглощенной в детекторе энергии рентгеновского излучения с максимальной энергией в спектре E_{\max} без объекта контроля при той же геометрии. Величины $I(\rho H, E_{\max})$ и I_0 на момент начала этапа оценки толщины являются известными, поэтому (7) может быть переписано в следующем виде

$$m_{\text{int}}(\rho H, E_{\max})\rho H = y(E_{\max}). \quad (6)$$

Уравнение (6) является нелинейным относительно неизвестной ρH .

В качестве аппроксимации $m_{\text{int}}(\rho H)$ при фиксированном значении E_{\max} было решено использовать функцию, зависящую от четырёх параметров. Указанная функция является естественным усовершенствованием и выглядит следующим образом

$$m_{\text{int}}(\rho H, E_{\max}) \approx \frac{1}{a(\rho H)^2 + b\rho H + c} + d. \quad (7)$$

В качестве аппроксимации $m_{\text{int}}(\rho H)$ при фиксированном значении E_{\max} было решено использовать функцию, зависящую от четырёх параметров. Указанная функция является естественным усовершенствованием [17] и выглядит следующим образом

$$m_{\text{int}}(\rho H, E_{\max}) \approx \frac{1}{a(\rho H)^2 + b\rho H + c} + d. \quad (8)$$

Подставим (8) в уравнение (6)

$$\left(\frac{1}{a(\rho H)^2 + b\rho H + c} + d \right) \rho H = y. \quad (9)$$

Уравнение (9) и может быть интерпретировано как уравнение рентгеновского измерителя толщины. Коэффициенты a , b , c , d определяются на стадии калибровки для конкретной максимальной энергии рентгеновского излучения E_{\max} и конкретного материала объекта контроля

Список информационных источников

1. Артемьев, Б.В., Шубочкин, А.Е. Рентгеновская толщинометрия // Контроль. Диагностика. – 2014. – № 2. – С. 24–31.
2. Артемьев, Б.В. Рентгеновские толщиномеры // Контроль. Диагностика. – 2009. – № 4. – С. 22–25.
3. 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.
4. <http://www.ippe.ru/podr/abbn/libr/groupkon.php> – 127 групповая библиотека данных о взаимодействии гамма- квантов с веществом.
5. Будаи, Б.Т., Касаткин, Н.В. Измерение параметров листового горячего проката // Инженерно-физический журнал. – 2014. – Т. 87. – № 1. – С. 225–228.

РАЗРАБОТКА МАГНИТОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ ФАЗОВОГО СОСТАВА ФЕРРИТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Тойчбай Эрканат

Томский политехнический университет, г. Томск

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

В настоящее время различные методы контроля позволяет нам оценить техническое состояние объектов и увеличить работоспособность, а так же срок службы оборудования.

В современных радиотехнических и электронных устройств одним из ключевых элементов являются ферриты.

Ферриты (оксиферы) – химические соединения оксида железа Fe_2O_3 с оксидами других металлов, обладающие особыми магнитными (ферримагнетики) свойствами, сочетающие высокую намагниченность и полупроводниковые или диэлектрические свойства, благодаря чему они получили широкое применение как магнитные материалы в радиотехнике, радиоэлектронике, вычислительной технике.

Феррошпинели – ферриты с кристаллической структурой минерала шпинели и общей формулой $MO \cdot Fe_2O_3$, где М - двухвалентный металл, например Ni, Zn, Co, Mn.

Для ферритовых порошков содержание фазы со структурой шпинели или граната является показателем того, насколько полно прореагировали исходные окислы, насколько однородным по фазовому составу является ферритовый порошок. Однородность по фазовому составу оказывает существенное влияние на ряд характеристик ферритов.

Одним из методов контроля фазового состава ферритовых материалов - рентгеновские методы. Метод рентгенофазового анализа (РФА) поликристаллических порошков являются одними из самых универсальных и широко распространенных методов фазового анализа и достаточно широко описаны в литературе [1].

При количественном фазовом рентгеноструктурном анализе многофазных композиций с применением независимого эталона точность метода составляет в среднем 5% от определяемой величины [1].

Применение РФА данные и количественном плане и с точки зрения достоверности требует дополнительных уточнений, поскольку данным методом трудно разделять разнообразные шпинельные фазы. При большом наборе промежуточных фаз одинаковым типом кристаллической решетки и близкими значениями параметра решетки при снятии рентгенограмм отражения от плоскостей таких фаз сливаются в единые рефлексы. По этому при определении фазового состава ферритов можно применить термомагнитометрический ТГ(М)/ДТГ(М) метод, который представляет собой метод термогравиметрического анализа.

Термогравиметрия (ТГ) - это метод исследования и анализа, основанный на регистрации изменения массы образца в зависимости от его температуры в условиях программированного изменения температуры среды. Установка для термогравиметрии состоит из:

- весов непрерывного взвешивания (термовесов);
- печи, в которую помещают образец;
- приборов регистрирующих температуру (термопары);
- программного регулятора температуры.

Возможны два способа проведения ТГ исследований: изотермический, т. е. при постоянной заданной температуре печи, и динамический, при изменении температуры печи во времени (обычно при постоянной скорости нагрева). В результате получают кривые зависимости изменения массы образца от температуры или времени (термогравиметрическая кривая) либо скорости изменения массы (дифференциальная термогравиметрическая кривая). Очень часто термогравиметрию используют совместно с дифференциальным термическим анализом (ДТА) или дифференциальной сканирующей калориметрией (ДСК). Такой метод называют дериватографией или синхронным термическим анализом

(СТА). Преимущество такого метода заключается в том, что изменение массы (ТГ) и тепловые эффекты (ДСК, ДТА) измеряются на одном образце за одно измерение в одной системе. Применение метода СТА обширно, он широко используется для измерения температур и энтальпий переходов, определения температур стеклования, исследования изменения массы, реакций разложения, анализа состава вещества и его термической стабильности, исследования процессов плавления и кристаллизации, коррозии и окисления, кинетики реакций, построения фазовых диаграмм, определения состава и чистоты вещества [2].

Магнитометрический метод - метод магнитного неразрушающего контроля, основанный на анализе остаточных магнитных полей в объекте контроля, образовавшихся в результате намагничивания ферромагнитных объектов при их переходе из жидкого состояния в твердое состояние. Намагничивание производится магнитным полем Земли. По остаточным магнитным полям (остаточной индукции) получают информацию о наличии дефектов и зон участков, имеющих механические напряжения, в которых могут развиваться дефекты [3].

Целью данной научной работы является разработка метода контроля фазового состава ферритовых материалов, основанного на термогравиметрических измерениях в магнитном поле.

Данная работа включает в себя нескольких этапов.

1 Обзор литературных данных по существующим методам контроля гомогенности и фазового состава ферритовых материалов.

1.1 Физико-химические свойства ферритов.

1.2 Существующие методы контроля гомогенности и фазового состава ферритовых материалов.

1.3 Состояние вопроса и постановка задачи исследования.

2 Исследование закономерностей изменения магнитных параметров ферритовых материалов, полученных при различных технологических режимах.

2.1 Методика измерения термогравиметрии и дифференциально-сканирующей калориметрии в магнитном поле (термомагнитометрия).

2.2 Исследование закономерностей изменения магнитных параметров ферритовых материалов, полученных при различных технологических режимах.

2.3 Исследование температуры Кюри ферритовых материалов термогравиметрическими методами.

3 Разработка метода контроля гомогенности и фазового состава ферритов термомагнитометрическим методом.

3.1 Рентгенофазовый анализ ферритов.

3.2 Алгоритм определения гомогенности и фазового состава ферритов по изменениям температуры Кюри термомагнитометрическим методом.

3.3 Проведение калибровки по температурам Кюри эталонных образцов ферритовых материалов.

3.4 Разработка программного обеспечения, позволяющего проводить анализ фазового состава ферритов с помощью компьютерного моделирования

Список информационных источников

1. Горелик С.С. и др. Рентгенографический и электронографический анализ. М.: Металлургия, 1976. - 60 с.;

2. МГ ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА, Кафедра физики полимеров и кристаллов. Обработка экспериментальных данных [Электронный ресурс]. - режим доступа: [http://nano.msu.ru/files/systems/4_2010/practical/01];

3. Обработка экспериментальных данных [Электронный ресурс]. - режим доступа: [http://kipinfo.ru/info/stati/?id=51].

СПОСОБЫ ОЦЕНКИ ПЛОЩАДИ ОПТИЧЕСКОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ НА ПЛОСКОМ ИЗДЕЛИИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ФОТОИЗОБРАЖЕНИЙ

Осипов О.С., Алибекова А.А., Чесноков Д.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

***Аннотация.** Приведен способ измерения площади оптической неоднородности на плоском изделии на основе анализа фотографических изображений. Предложен алгоритм уточнения оценки площади контрастной области на основе учёта граничных эффектов. Исследовано влияние различных факторов, снижающих точность оценки площади. Обсуждены области применения предлагаемого способа.*

***Ключевые слова:** фотоизображение, цветное изображение, оптическая неоднородность, оптический контраст, цветной контраст, измерение плотности.*

Введение

Традиционная фотография широко применяется для фиксации событий и прямого документирования не только в быту, но и в науке и технике. Появление в конце 20-го века и резкое развитие цифровой фо-

тографии в последнее десятилетие превратило цифровой фотоаппарат (фоторегистратор) в средство для косвенных измерений. Одним из достоинств цифровых оптических изображений является возможность применения методов цифровой обработки изображений с целью выделения и анализа фрагментов, очерчивания границ и т. д. [1–5]. Одним из таких видов измерений является измерение площади оптических неоднородностей. Под оптической неоднородностью на плоскости будем понимать некоторую фигуру, ограниченную замкнутой кривой, для которой характерна однородность по тону (полутоновое изображение) или цвету (цветное изображение) и различие с окружающей областью по указанным параметрам. Задачи, связанные с измерением площадей оптических неоднородностей, характерны для многих отраслей науки и техники. К таким задачам относятся: собственно измерение площадей измерений [6]; измерение параметров движения разнообразных объектов [3, 4]; измерение площадей объектов малых размеров [7]; дистанционная оценка площадей полей [8]; площади следов дефектов в капиллярной дефектоскопии [9]. В литературе недостаточно рассмотрены вопросы, связанные с оценкой площадей оптических неоднородностей в части алгоритмического и метрологического обеспечения.

Геометрическая схема формирования фотоизображения

Измерительная система должна состоять из фотокамеры, устройства фиксации геометрического положения, источника света, стандартного образца (образцов) площади и вспомогательной контрастирующей площадки. Стандартные образцы должны иметь правильную геометрическую форму – круг, треугольник, прямоугольник. Стандартные образцы площади используются в парах со вспомогательными контрастирующими площадками. При анализе полутоновых изображений стандартный образец площади окрашен, например, в белый цвет, а вспомогательная площадка в чёрный. При анализе цветных изображений между цветами стандартного образца и вспомогательной площадки должен быть максимальный цветовой контраст. Обязательным требованием к форме вспомогательной контрастирующей является условие – минимальная ширина изображения граничной полосы, образующейся при накладывании стандартного образца площади на вспомогательную контрастирующую площадку, должна быть не менее l пикселей, где l – выбираемый параметр. Далее комплект стандартный образец площади и вспомогательная контрастирующая площадка будем называть образцом. Для получения качественного изображения объект испытаний должен подсвечиваться источником светового излучения, обеспечивающим максимальный контраст оптической неоднородности относительно окру-

жающего фона. Для обеспечения качественной калибровки образец накладывается непосредственно на объект испытаний. При невозможности наложения на объект формируется отдельное фотоизображение образца на произвольной плоской площадке (имитационный объект) с такой же ориентацией её относительно фоторегистратора, как и в случае формирования изображения объекта. Аналогичные требования выдвигаются и к расстоянию от фоторегистратора до имитационного объекта.

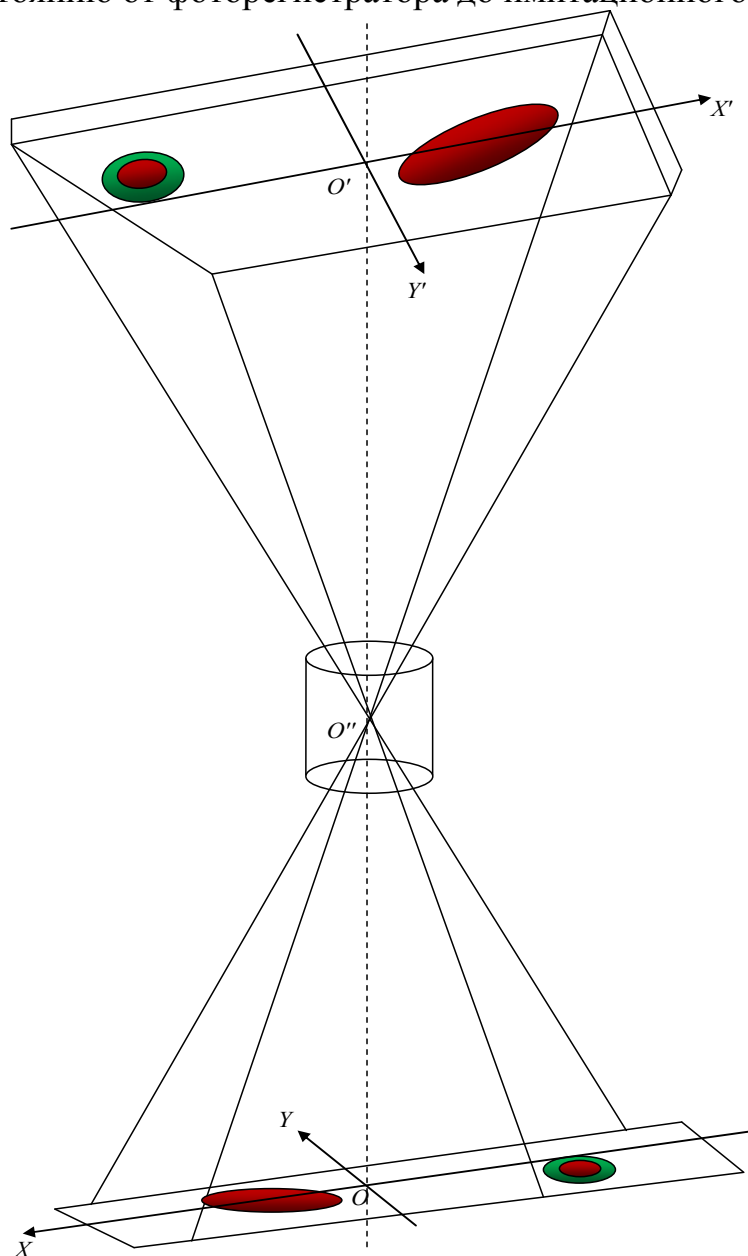


Рис. 1. Геометрическая схема формирования изображения оптической неоднородности и образца

На рис. 1 приведена геометрическая схема формирования фотографического изображения объекта испытаний с оптической неоднородностью.

родностью: 1 – объект испытаний; 2 – оптическая неоднородность, 3 – стандартный образец площади; 4 – вспомогательная контрастирующая площадка; 5 – источник света; 6 – фоторегистратор; 7 – фотоматрица (собственно изображение).

Свяжем систему координат $X'O'Y'$ с поверхностью объекта испытаний со стороны фоторегистратора, а систему координат XOY с плоскостью оптического изображения. Лобовая поверхность матрица фоторегистратора является плоской и ограничена прямоугольником. Оси x и y параллельны соответствующим сторонам указанного прямоугольника.

Для удобства направим оси x' и x в противоположные стороны. Таким же образом поступим и с осями y' и y . Пусть отрезок OO' перпендикулярен поверхности объекта и плоскости изображения. Оптический центр O'' фоторегистратора принадлежит OO' . Геометрическая схема формирования оптического изображения характеризуется рядом параметров: расстоянием от объекта испытаний до оптического центра объектива фоторегистратора – $O'O''=F$; расстоянием от оптического центра объектива фоторегистратора до плоскости изображения – $O''O=f$; размером поля изображения – $A \times B$; размером фотоматрицы – $a \times b$. Следует также учесть диаметр стандартного образца площади – C , диаметр вспомогательной контрастирующей площадки – D ; размер изображения стандартного образца площади – c , размер изображения вспомогательной контрастирующей площадки.

Для идеальной изображающей системы геометрические параметры объекта испытаний A, B, C, D связаны с геометрическими параметрами изображения объекта a, b, c, d простейшими соотношениями

$$\frac{A}{a} = \frac{B}{b} = \frac{C}{c} = \frac{D}{d} = \frac{F}{f} \quad (1).$$

Назовём отношение f/F коэффициентом линейного преобразования k .

Замечание 1. Соотношения (1) справедливы для бесконечно малого размера точки изображения. В реальности каждый элемент фотоматрицы, соответствующий пикселю оптического изображения, имеет конечные размеры $r_x \times r_y$.

Для обоснования возможности оценки площади оптической неоднородности по оптическому изображению необходимо проверить соблюдение двух базовых принципов – принципов физической и технической реализуемости.

Физическая реализуемость. Принцип физической реализуемости заключается в наличии физической закономерности, которая связывает измеряемую физическую величину с оцениваемым параметром объекта испытаний.

В рассматриваемой задаче измеряемой физической величиной является площадь изображения оптической неоднородности s , а оцениваемым параметром объекта испытаний – площадь оптической неоднородности на поверхности объекта S .

Пусть на поверхности объекта имеется оптическая неоднородность, представляющую собой односвязную область Q' , граница которой FrQ' описывается следующим образом

$$FrQ' = \{(x', y'), q(x', y') = 0\}, \quad (2)$$

здесь $q(x', y')$ – функция, к которой выдвигается единственное требование – непрерывность.

Площадь оптической неоднородности $Q' - S$ находится с помощью выражения

$$S = \int_{Q'} q(x', y') dx' dy'. \quad (3)$$

Не теряя общности можно допустить параллельность осей $O'X'$, OX и $O'Y'$, OY . Это допущение является естественным в том случае, если поле зрения объектива фоторегистратора является частью поверхности испытываемого объекта.

Найдём площадь изображения оптической неоднородности s . Для этого необходимо связать точку с координатами (x', y') , принадлежащую поверхности объекта испытаний, с соответствующей точкой изображения с координатами (x, y) . С учётом (3) замечанием, связанным с направлениями осей систем координат $X'O'Y'$ и XOY , получим

$$x = kx' \quad y = ky'. \quad (4)$$

Из анализа равенств (4) и выражения (3) следует, что площадь изображения оптической неоднородности s находится по формуле

$$s = k^2 S. \quad (5)$$

Формула (5) является искомой физической закономерностью. Задачей является определение коэффициента преобразования k и площади изображения оптической неоднородности на цифровом оптическом изображении. Коэффициент преобразования k находится на стадии калибровочных линейных измерений или измерений площади по стандартным образцам площади.

Принцип технической реализуемости заключается в наличии технических средств, позволяющих провести измерения с заданной точностью в заданное время. Применительно к рассматриваемой задаче проверка соблюдения принципа технической интерес сводится к оценке точности измерения s .

Техническая реализуемость. Принцип технической реализуемости заключается в наличии технических средств, позволяющих провести

измерения с заданной точностью в заданное время. Применительно к рассматриваемой задаче проверка соблюдения принципа технической интерес сводится к оценке точности измерения s . В анализируемом случае к измерительным средствам относятся стандартный образец площади со вспомогательной контрастирующей площадкой, источник светового излучения и фоторегистратор.

Для обоснования технической реализуемости фотографического метода оценки площади необходимо подобрать размеры стандартного образца площади, вспомогательной контрастирующей площадки и фоторегистратор.

Выше подчёркнуто, что основная рекомендация по подбору размеров стандартного образца площади – размер сопоставим с максимально возможным размером оптической неоднородности. Размер вспомогательной контрастирующей площадки должен быть таким, что внешняя контрастная полоса должна быть шириной не менее n пикселей.

В матрице фоторегистраторе формируется цифровое полутоновое или цветное изображение. Оптическая неоднородность на изображении объекта испытаний отличается от фона полутоновым или цветным контрастом. Погрешность определения площади s обуславливается тремя главными факторами – геометрическим, шумовым и алгоритмическим. Геометрический фактор связан с тем, что границы изображения неоднородности не совпадают с физическими границами пикселей. В результате этого яркость или цветность в граничных пикселях изображения оптической неоднородности отличается яркости или цветности внутренних пикселей изображения. Шумовой фактор связан с флуктуациями яркости или цветности в элементах изображения оптической неоднородности. Влияние шумового фактора на точность определения площади s тем больше, чем меньше уровень яркости или цветности. Алгоритмический фактор связан с алгоритмом обработки изображения видимой фоторегистратором части поверхности объекта испытаний. Алгоритм должен минимизировать систематическую погрешность оценки площади изображения оптической неоднородности, вызванной геометрическим и шумовым фактором.

Алгоритм обработки изображения. На выходе алгоритма должна быть получена оценка площади изображения оптической неоднородности s . Изображение на выходе фоторегистратора представляет собой матрицу с размерами – $M \times N$, $M < N$, здесь M – число строк, а N – число столбцов. Индекс m соответствует строке изображения, а индекс n – столбцу. Элемент матрицы характеризуется вектором \mathbf{p} , для полутонового изображения одномерным вектором – яркостью f , то есть $\mathbf{p} = f$, а

для цветного трёхмерным вектором, например, в системе RGB – (r, g, b) , то есть $\mathbf{p}=(r, g, b)$. Значения параметров f, r, g, b принимают значения из интервала от 0 до 255 – полутона, «0» соответствует самому тёмному тону цвета, «255» соответствует чистому цвету. Выше сказано, что оптическая неоднородность отличается по оттенку серого (оттенку цвета) от окружающего фона. Это и является критерием отнесения исследуемой точки к оптической неоднородности. Подбором источника светового излучения и способа подсветки достигается максимальный контраст (цветовой контраст).

Аналогично подходу, изложенному в [4], в первом приближении оценка площади s находится по формуле

$$s \approx s_{\text{pix}} \sum_{(m,n) \in A} 1, \quad (6)$$

где s_{pix} – площадь единичного пикселя в метрических единицах; множество точек A определяется соотношением

$$A = \{(m, n); \mathbf{K}(\mathbf{p}_{mn}, \mathbf{p}_f) > \mathbf{K}_{\text{lim}}\}, \quad (7)$$

где \mathbf{p}_{mn} – вектор значений, соответствующий элементу матрицы с координатами (m, n) ; \mathbf{p}_f – вектор значений для фона; $\mathbf{K}(\mathbf{p}_{mn}, \mathbf{p}_f)$ – числовой положительный вектор функция для формализации критерия отнесения исследуемой точки к оптической неоднородности; \mathbf{K}_{lim} – вектор предельных значение для критерия.

Наиболее просто критерий формализуется для полутоновых изображений

$$\mathbf{K}(\mathbf{p}_{mn}, \mathbf{p}_f) = |f_{mn} - f_f| > \mathbf{K}_{\text{lim}} = \Delta f, \quad (8.1)$$

здесь Δf – число градаций серого для отличия яркости оптической неоднородности и яркости фона.

Для цветных изображений формализация критерия описывается следующим соотношением

$$\mathbf{K}(\mathbf{p}_{mn}, \mathbf{p}_f) = \begin{cases} |r_{mn} - r_f| > r_{\text{lim}} = \Delta r \\ |g_{mn} - g_f| > g_{\text{lim}} = \Delta g \\ |b_{mn} - b_f| > r_{\text{lim}} = \Delta b \end{cases} \quad (8.2)$$

Значения предельно возможных отклонений красного – Δr , жёлтого – Δg и голубого Δb могут существенно отличаться друг от друга.

Замечание 1. В случае применения анализируемого способа в системах управлением сложным движением оптические неоднородности – маяки [4] создаются целенаправленно, поэтому логично выбирать чистые цвета для упрощения критерия (8.2) и увеличения точности оценки искомой площади.

Замечание 2. Для решения задачи, указанной в замечании, проектировщики вольны в выборе формы оптической неоднородности. Поэтому использовать оптические неоднородности правильной формы – круг, квадрат и т.п. Указанные объекты являются выпуклыми, что означает, если точка $C = (m_1, n_1) \in A$ и точка $D = (m_2, n_2) \in A$, то любая точка $X = (m_3, n_3)$, расстояние от которой до отрезка CD меньше половины физического размера пикселя также принадлежит множеству A [4].

Влияние геометрического фактора, описанного выше, на точность оценка площади по формуле (6) может оказаться существенным. В работе [4] для компенсации влияния геометрического фактора на точность оценки s следует учесть все точки изображения, которые граничат с множеством A . Их совокупность обозначим через FrA . Если для полутонового изображения точка $(m, n) \in FrA$, то её вклад в общую сумму

равен $\Delta_{mn} = \frac{f_{mn} - f_f}{f_0 - f_f}$, здесь f_0 – среднее значение яркости по внутренней

области оптической неоднородности. Для цветного изображения ситуация может оказаться более сложной, но тем не менее искомый вклад Δ_{mn} может быть оценён.

Учёт вкладов граничных элементов множества A позволяет модернизировать формулу (6) для оценки площади оптической неоднородности

$$s \approx s_{\text{pix}} \left(\sum_{(i,j) \in A} 1 + \sum_{(i,j) \in FrA} \Delta_{mn} \right). \quad (9)$$

Очевидно, что формула (9) даёт более точное по сравнению с (6) приближение площади оптической неоднородности на испытуемом объекте. Для чёрно-белого изображения условия правильности измерений площади s , то есть близости систематической погрешности измерений к нулю, сводятся к ряду ограничений: первое – число полутонов велико; второе – значение $f_0 - f_f$ велико; третье – флуктуации яркости в пикселях изображения отсутствуют. На практике остаточная систематическая погрешность оценки (9) обуславливается малым числом полутонов, слабым контрастом оптической неоднородности и шумами в изображении.

Выводы

В статье обоснована возможность измерения площади оптической неоднородности на поверхности объекта неразрушающих испытаний на основе анализа фотоизображений. Предложен алгоритм обработки цифровых полутоновых и цветных изображений. Метод может быть применён в системах управления сложным движением перемещаемыми объектами.

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. Осипов, С.П., Попов, М.Ю., Федяев, Р.В., Косач, А.А. Способ определения параметров торможения лифтов и подъемников на основе анализа потока фотоизображений // Технологии техносферной безопасности: Интернет-журнал. – 2011. – Вып.4 (38) . – 10 с. – <http://ipb.mos.ru/ttb>.
4. Старовойтов, Е.И., Савчук, Д.В. Использование геометрических искажений изображения, формируемого КМОП- фотоприемником, для контроля скорости сближения космических аппаратов // Мехатроника, автоматизация, управление. 2014. № 2. С. 66–68.
5. Казаков Д. А., Жегалов Д. В. Использование технологий цифровой фотосъемки для изучения полей деформаций // Проблемы прочности и пластичности: Межвуз. сб. – Н.Новгород: Изд-во Нижегородского ун-та. – 2007. – Вып. 69. – С. 99–105.
6. Нечаев, Е.П., Трифонов, А.П. Оценка площади пропадающего оптического изображения на фоне шумов //Автометрия. – 1987. – № 3. – С. 18–21.
7. Кондратов, В.Т., Демченко, К.А. Проблемы измерения площадей нанообъектов // Гиротехнологии, навигация, управление движением и конструирование авиационно-космической техники. – К., 2011. – С. 57–65.
8. Терехов, А.Г. Сопоставление землеустроительных и спутниковых данных IRS LISS о размерах полей в Северном Казахстане //Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2008. – Т. 5. – № 2. – С. 358–363.
9. Мигун, Н.П., Гнусин, А.Б. Тепловые воздействия при капиллярном неразрушающем контроле. – Минск : Беларус. нувука, 2014. – 131 с.

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ УСТРОЙСТВ ТОМОГРАФИЧЕСКОГО СКАНИРОВАНИЯ В ТПУ

Голоцевич Ю.А., Иженбин И.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

На данный момент Институт неразрушающего контроля вводит в эксплуатацию радиационные томографические комплексы для поиска дефектов в промышленности. «В комплексе мы соединим различные методы неразрушающего контроля, но нашим заказчикам мы будем предлагать лишь тот набор, который оптимально подойдет именно под их производственные потребности. То есть на своей аппаратуре мы проведем испытания и определим методы, наиболее эффективно определяющие дефекты в изделиях заказчика» (цитата директора ИНК В.Н. Борикина в интервью для новостей ТПУ). И для повышения эффективности определения дефектов, необходимо разработать устройство, которое позволило бы с точностью до 0.00015 (0°0'5") градуса определять угол поворота вращателя.

Нашим основным конкурентом в области неразрушающего радиационного контроля является американская компания «General Electric», поставляющая оборудование и на европейский, и на российский рынки.

В некоторых российских вузах имеются рентгеновские компьютерные томографы немецкой фирмы LD Didactic GmbH. Так, например, в РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, в Москве, имеется подобный компьютерный томограф. И такие ученые как: М.В. Колдаев, М.В. Карпенко, А.Ф. Максименко разработали на базе данного томографа учебно-методический комплекс. Они разработали манипулятор, позволяющий вращать объект контроля с точностью определения угла поворота до 0,1 градуса.

Используемый в томографическом комплексе вращатель (рис. 1) или «поворотная станция», позволяет вращать объект контроля с шагом в 1 градус. И такой же минимальный шаг задается в программном обеспечении для последующей реконструкции изображения.



Рис. 1. Вращатель

Таким образом, угол поворота никаким образом не контролируется, а лишь принимается «на веру» что угол поворота вращателя будет равным 1 градусу. Практика требует максимально точного определения угла поворота. Данную проблему можно разложить на две задачи:

1. Разработать устройство для определения угла поворота.
2. Написать программное обеспечение, учитывающее в процессе реконструкции тот факт, что угол поворота определяется отдельным устройством, и включить данную информацию в эксперимент.

Новизна такого направления развития состоит в том, что в созданных ранее в ИНК ТПУ томографических комплексах не было устройства, которое точно определяло угол поворота и включала данную информацию в процесс реконструкции. Разрабатываемое устройство будет являться дополнением к существующему томографическому комплексу и повысит точность контроля.

Список информационных источников

1. Niemi E.MP 47E. User's Manual. Vancouver, 2008, – 114 p.

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ ПО ПЛОТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТВЁРДОСТИ ПО РОКВЕЛЛУ

Жантыбаев А.А.¹, Подшивало И.И.², Берженару Н.В.²

¹Томский политехнический университет, г. Томск

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

²Томский государственный архитектурно-строительный университет

***Аннотация.** Значение твердости поверхностного слоя металла, полученное в результате единичного акта измерения твердости, рассматривается в качестве случайной величины. Исследована связь плотности распределения случайной величины с техническим состоянием поверхности металлического изделия. Проведена серия экспериментальных работ по оценке основных параметров твёрдости по Роквеллу. Проверены гипотезы о принадлежности распределения твердости к классу логнормальных распределений. На основе сопоставления результатов механических и опико-визуальных испытаний подтверждена возможность оценки технического состояния металлических изделий по результатам экспериментального определения плотности распределения твёрдости по Роквеллу.*

***Ключевые слова:** твердость металла; твёрдость по Роквеллу, техническое состояние; случайная величина; плотность распределения; логнормальное распределение.*

Введение

Во время длительной эксплуатации металлических изделий, механизмов, машин, конструкций и сооружений (далее металлических объектов) происходит ухудшение их технического состояния, вызванное воздействием различных механических, физических, химических, биологических и прочих факторов [1–4]. Наиболее значимыми процессами, приводящими к деградации металлических объектов, являются абразивный износ, коррозия, циклические разнонаправленные механические воздействия высокой интенсивности, усталость металла. Максимальные уровни отрицательных воздействий испытывают поверхностные слои металла, поэтому оценка технического состояния объекта в целом характеризуется, не в последнюю очередь, состоянием поверхностных слоёв металлических объектов. Для оценки технического состояния металлических объектов в процессе их изготовления и эксплуатации при-

меняют методы механических испытаний, и прежде всего, измерение твердости [5–8]. В последние годы ускоренными темпами развиваются способы измерения твердости, совершенствуются приборы, их реализующие, расширяются области их применения [9–10]. В технических руководствах по применению измерителей твердости рекомендуется оценивать твердость по результатам измерений в нескольких точках объекта. В работах [11–14] рекомендовано, дополнительно к среднему значению твердости, использовать одну из мер рассеяния анализируемой случайной величины, что позволяет повысить качество оценки технического состояния поверхности металлического объекта. До недавнего времени применение упомянутой реализации метода измерения твердости сдерживалось низкой производительностью приборов, существенным воздействием на испытываемые поверхности, размерами инденторов. Появление на рынке более точных, обладающих лучшей производительностью и уменьшенными уровнями воздействий на объекты испытаний привело к внедрению способа оценки технического состояния металлических объектов с одновременной оценкой среднего значения твердости и некоторой меры рассеяния твердости в ряде отраслей промышленности, транспорта и строительства [15–17]. Для описания плотности распределения твердости используют нормальное, логнормальное распределение, распределение Вейбулла и их модификации. Все указанные распределения являются двухпараметрическими. Возможно, что для оценки технического состояния металлических объектов, эксплуатируемых длительное время, недостаточно двух параметров твердости, рассматриваемой в качестве случайной величины.

2. Постановка эксперимента

2.1. Гипотезы

Конкретизируем предположение, высказанное во введении, несколько сузив его. Для этого необходимо определиться с объектами испытаний и оцениваемым параметром.

Объектами неразрушающих испытаний являются изделия из стали, в качестве которых выбраны стандартные образцы твердости по Роквеллу, Викерсу и Бринеллю. Такие изделия, не побывавшие в эксплуатации и хранившиеся в идеальных условиях, отличаются высоким качеством обработки поверхности, поэтому влияние шероховатости поверхности изделий на оценку характеристик твердости, как случайной величины, сводится к минимуму. Встречаются два вида повреждений испытываемых объектов – многочисленные механические повреждения и коррозия. Поверхности некоторых объектов подвергались механическим воздействиям не в равной степени.

Оцениваемым параметром объектов испытаний (анализируемой случайной величиной) является твердость поверхности объекта по Роквеллу в шкале С – HRC . Диапазон изменения твердости поверхности испытуемых образцов находится в интервале от 16 до 70 единиц твердости по Роквеллу в шкале С – HRC .

В работе [18] показано, что анализируемая случайная величина распределена по нормальному закону. Твердость поверхности испытуемого образца не может принимать отрицательных значений, поэтому, например, в [11–15] для анализа твердости по Виккерсу используют комбинацию логнормального распределение и распределения Вейбулла.

Сформулируем несколько предложений в форме гипотез применительно к измерению твердости по Роквеллу металлических объектов (испытуемых образцов) с различной степенью повреждения поверхности в процессе эксплуатации.

Гипотеза А. Твердость поверхности испытуемого образца как случайная величина распределена по логнормальному закону.

Выше подчеркнуто, что поверхности испытуемых образцов могут быть повреждены в разной степени. Можно сформулировать гипотезу, связанную с опровержением этого факта.

Гипотеза Б. Средние значения твердости противоположных поверхностей испытуемых образцов равны.

В случае, если гипотеза А не выполняется для некоторых образцов, то это будет свидетельством необходимости отказа от двухпараметрической характеристики твердости как случайной величины.

Невыполнения статистической гипотезы Б позволяет сделать вывод о применимости на практике главной гипотезы.

Гипотеза В. Наиболее полно техническое состояние металлического объекта может быть оценено по плотности распределения анализируемой случайной величины.

2.2. Основные формулы

Измерения проводились динамическим измерителем твердости с выбираемой шкалой Константой – К5Д в соответствии с рекомендациями, указанными в технической документации или методической литературе.

Для каждой из больших сторон испытуемого образца формировались выборка твердости – $(HRC_1, HRC_2, \dots, HRC_n)$, здесь n – объем выборки, $n=100$ для всех испытуемых образцов. Испытывали 9 образцов.

Оценивались следующие выборочные параметры – среднее значение твердости \overline{HRC} , среднее квадратичное отклонение твердости σ_{HRC} .

Для проверки гипотезы **A** вычислялись $\bar{x} = \overline{\ln HRC}$ и $\sigma_{\ln HRC}$.

Формулы для вычисления \overline{HRC} , σ_{HRC} , $\overline{\ln HRC}$, $\sigma_{\ln HRC}$ имеют вид [18]

$$\begin{aligned} \overline{HRC} &= \sum_{i=1}^n HRC_i & \sigma_{HRC} &= \frac{\sum_{i=1}^n (HRC_i - \overline{HRC})^2}{n-1} \\ \overline{\ln HRC} &= \sum_{i=1}^n \ln HRC_i & \sigma_{\ln HRC} &= \frac{\sum_{i=1}^n (\ln HRC_i - \overline{\ln HRC})^2}{n-1} \end{aligned} \quad (1)$$

Для проверки гипотезы о принадлежности функции распределения случайной величины тому или иному классу распределений применяется критерий Пирсона [18]. В критерии Пирсона сравниваются эмпирический коэффициент $\chi_{\text{эмп}}^2$ и $\chi_{\gamma}^2(k)$, здесь γ – доверительная вероятность, k – число степеней свободы. По результатам этого сравнения выдается заключение о подтверждении или опровержении выдвинутой статистической гипотезы.

Вычисление эмпирического коэффициента $\chi_{\text{эмп}}^2$ состоит из нескольких этапов [18]. На первом этапе вся область изменения анализируемой случайной величины разбивается на несколько интервалов l , рекомендации по выбору этих интервалов приведены в [18]. Эмпирический коэффициент $\chi_{\text{эмп}}^2$ вычисляется по формуле

$$\chi_{\text{эмп}}^2 = \sum_{i=1}^l \frac{(m_i - nP_i)^2}{nP_i}, \quad (2)$$

где m_i – количество точек из анализируемой выборки, которые попали в i -ый интервал; P_i – теоретическая вероятность попадания в i -ый интервал.

В нашем случае анализируется логнормальное распределение, это означает, что натуральный логарифм от исходной случайной величины – $x = \ln HRC$ является нормально распределенной случайной величиной. Поэтому теоретические вероятности P_i находятся с помощью следующего выражения

$$P_i = \int_{x_{i-1}}^{x_i} \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\xi)^2}{2\sigma^2}} dx, \quad (3)$$

где x_0, x_1, \dots, x_l – разбиение области определения случайной величины x . Для рассматриваемого случая $x_0 = -\infty, x_l = \infty$.

Будем задаваться значением доверительной вероятности $\gamma = 0,95$.

Число степеней свободы k вычисляется исходя из числа интервалов разбиения l и числа параметров распределения, для логнормального распределения их два

$$k = l - 2 - 1 = l - 3. \quad (4)$$

По значениям k и γ из таблицы χ^2 [18] находится табличное значение $\chi_\gamma^2(k)$. Отметим, что для каждого образца может быть свое число анализируемых интервалов и свое число степеней свободы. Как правило, число анализируемых интервалов не должно быть меньше 5, следовательно, число степеней свободы не меньше 2.

Если выполняется условие

$$\chi_{\text{эмп}}^2 < \chi_\gamma^2(k), \quad (5)$$

то гипотеза о том, что распределение случайной величины $x = \ln HRC$ относится к классу нормальных распределений с доверительной вероятностью равной γ . Для каждого испытуемого образца параметры нормального распределения – $\overline{\ln HRC}$ и $\sigma_{\ln HRC}$ вычисляются с помощью выражений (1).

Если условие (5) не выполняется, то предлагаемая гипотеза отвергается с соответствующей доверительной вероятностью.

3. Обработка экспериментальных данных

3.1 Проверка гипотезы А

В процедуру испытаний были вовлечены 9 образцов. Измерения проводились с двух сторон. В таблицу 1 сведены результаты оценки следующих 1 параметров \overline{HRC} , σ_{HRC} , $\overline{\ln HRC}$, $\sigma_{\ln HRC}$ и $\chi_{\text{эмп}}^2$. В таблице 1 также указывается соответствие (+) или несоответствие (–) гипотезе А экспериментальных данных для рассматриваемого образца.

В результате анализа данных, приведенных в таблице 1 можно сделать следующий вывод – гипотеза о том, что твердость как случайная величина имеет логнормальное распределение (гипотеза А), подтверждается в 10 случаях, а не подтверждается в 8 случаях. Очевидно, что изначально обе измерительные поверхности одного и того же образца были практически идентичными по твердости.

Таблица 1 – Сводная таблица обработки экспериментальных данных*

| № образца | \overline{HRC} | $\overline{\ln HRC}$ | σ_{HRC} | $\sigma_{\ln HRC}$ | $\chi_{\text{эмп}}^2$ | Соответствие гипотезе | Примечание |
|-----------|------------------|----------------------|----------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|------------|
| 1-1 | 43,844 | 3,77 | 5,88 | 0,143 | 29,634 | - | ММП |
| 1-2 | 44,781 | 3,80 | 4,88 | 0,112 | 1,649 | + | |
| 2-1 | 31,834 | 3,45 | 4,8 | 0,150 | 2,040 | + | |
| 2-2 | 34,073 | 3,52 | 3,02 | 0,088 | 2,097 | + | |

| № образца | \overline{HRC} | $\overline{\ln HRC}$ | σHRC | $\sigma \ln HRC$ | $\chi^2_{эмп}$ | Соответствие гипотезе | Примечание |
|-----------|------------------|----------------------|--------------|------------------|----------------|-----------------------|------------|
| 3-1 | 32,18 | 3,40 | 2,34 | 0,084 | 18,024 | - | ММП |
| 3-2 | 34,163 | 3,52 | 3,96 | 0,111 | 7,071 | - | ММП |
| 4-1 | 30,82 | 3,42 | 3,77 | 0,125 | 8,687 | + | |
| 4-2 | 30,864 | 3,42 | 4,71 | 0,158 | 9,341 | + | |
| 5-1 | 48,745 | 3,83 | 4,44 | 0,094 | 35,889 | + | |
| 5-2 | 49,157 | 3,89 | 3,93 | 0,085 | 18,315 | - | ММП, КП |
| 6-1 | 56,523 | 4,03 | 3,44 | 0,062 | 5,536 | + | |
| 6-2 | 57,187 | 4,01 | 1,73 | 0,032 | 24,859 | - | ММП, КП |
| 7-1 | 20,57 | 3,02 | 1,52 | 0,071 | 4,158 | + | |
| 7-2 | 19,949 | 2,99 | 1,39 | 0,066 | 6,665 | + | |
| 8-1 | 21,818 | 3,08 | 1,16 | 0,050 | 28,724 | - | ММП |
| 8-2 | 21,825 | 3,08 | 1,04 | 0,044 | 18,793 | - | ММП |
| 9-1 | 16,948 | 2,83 | 0,84 | 0,048 | 8,262 | - | ММП |
| 9-2 | 16,764 | 2,82 | 0,967 | 0,056 | 1,671 | + | ММП |

* В примечаниях: ММП – многочисленные механические повреждения; КП – коррозионные поражения.

Для объяснения полученных расхождений были проведены визуально-оптические испытания образцов с помощью простейших оптических приборов – измерительной лупы HORIZON 10×4 и микроскопа МПБ-2. Особые отличия поверхности оформлены в виде примечаний, отмеченных в таблице 1. Анализ полученных испытаний и результатов экспериментальных исследований показал, что расхождение заключений о характере распределения твердости как случайной величины для разных поверхностей одного и того же объекта объясняется степенью поражения поверхности коррозией или степенью механических повреждений. Указанный вывод качественно свидетельствует о том, что характер распределения твердости как случайной величины изменяется при механических и химических воздействиях на поверхность металла. В пользу этого вывода говорят и результаты работы [16].

Замечание. Используемый в экспериментах динамический измеритель твердости металлов Константа – К5Д не в полной мере соответствует поставленной задаче, он имеет значительную погрешность единичного измерения твердости и малую разрядность. Более предпочтительным было бы применение для измерения твердости прибора Константа – К5У того же производителя, отличающегося более высокой точностью оценки твердости, применяющегося для более тонких и менее массивных испытуемых образцов. Дополнительным достоинством прибора Константа – К5У является существенно меньшая повреждаемость поверхности испы-

туемого изделия, что обуславливается применением другого физического принципа для оценки твердости поверхности металла.

3.2. Проверка гипотезы Б

Целью исследований является обоснование возможности оценки технического состояния металлических изделий по результатам измерения твердости. В разделе 3.1 приводятся результаты экспериментальной оценки выборочных параметров распределения твердости. К выборочным параметрам относятся \overline{HRC} – среднее значение твердости и σ_{HRC} – среднее квадратичное отклонение.

Проверим возможность идентификации материала объекта испытаний по среднему значению твердости и среднему квадратичному отклонению. Исходя из цели исследований, будем сравнивать данные по парам, то есть для двух поверхностей каждого образца. Воспользуемся критерием Стьюдента для проверки статистической гипотезы **Б** о равенстве средних значений твердости противоположных поверхностей испытываемых образцов.

Критерий Стьюдента основан на сравнении эмпирического коэффициента и табличного коэффициентов Стьюдента $t_{\text{эмп}}$ и $t_{\gamma}(k)$, здесь γ – доверительная вероятность, k – число степеней свободы. Число степеней свободы связано с объемами исходных выборок n_1 и n_2 простейшим соотношением – $k=n_1+n_2-2$. Формула для вычисления эмпирического коэффициента Стьюдента $t_{\text{эмп}}$ для рассматриваемой гипотезы **Б** имеет следующий вид

$$t_{\text{эмп}} = \frac{|\overline{HRC}_1 - \overline{HRC}_2|}{\sqrt{\frac{\sigma_{HRC_1}^2}{n_1} + \frac{\sigma_{HRC_2}^2}{n_2}}}, \quad (6)$$

здесь индексы 1, 2 соответствуют поверхности испытываемого образца.

Табличное значение коэффициента Стьюдента для доверительной вероятности $\gamma=0,95$ и числа степеней свободы $k=198$ равно $t_{0,95}(198)=2,04$.

В таблице 2 приведены значения эмпирических коэффициентов Стьюдента $t_{\text{эмп}}$, рассчитанные по формуле (6). Исходные данные для расчетов взяты из таблицы 1. В таблице 2 знак «+» означает подтверждение гипотезы **Б** с заданной доверительной вероятностью, а знак «-» свидетельствует о том, что гипотеза **Б** не подтвердилась.

Таблица 2 – Проверка гипотезы **Б** по критерию Стьюдента

| Параметр | Образец | | | | | | | | |
|-------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| $t_{эмп}$ | 1,226 | 3,948 | 4,311 | 0,073 | 0,694 | 1,724 | 3,014 | 0,045 | 1,436 |
| Согласие с гипотезой Б | + | – | – | + | + | + | – | + | + |

Полученные результаты свидетельствуют о наличии образцов, у которых средние значения твердости поверхностей различаются с доверительной вероятностью 95 %.

3.3. Проверка гипотезы *В*

Анализ результатов представленных в таблицах 1 и 2 позволяет утверждать, что существующих подходов к оценке технического состояния металлического объекта по анализируемой случайной величине недостаточно. Указанный вывод свидетельствует о том, что наиболее полно техническое состояние металлического объекта может быть оценено по плотности распределения твёрдости.

Получение более достоверных данных для комплексной проверки гипотезы **В** связано с необходимостью в проведении большего объема (большое количество образцов) исследований выборочных характеристик твердости как случайной величины с помощью более точных и широкодиапазонных измерителей твердости и привлечения более совершенных методов оценки качества испытуемых изделий, например, цифровых оптических микроскопов.

3. Выводы

В результате анализа экспериментальных данных можно с определенной долей уверенности сделать вывод о возможности оценки технического состояния металлических изделий в процессе эксплуатации по измерениям твердости поверхности испытуемых изделий по Роквеллу. Формируемая выборка значений твердости должна иметь значительный объем. В качестве критерия для оценки технического состояния испытуемых изделий предлагается использовать не только смещения оценок среднего значения и уровня рассеяния твердости по поверхности, но изменение характера выборочного распределения.

Список информационных источников

1. Batchelor A. W., Lam L. N., Chandrasekaran M. Materials degradation and its control by surface engineering. – London : Imperial college press, 2002. – Vol. 119. – 408 p.

2. Verdan, S., Burato, G., Comet, M., Reinert, L., Fuzellier, H. Structural changes of metallic surfaces induced by ultrasound // *Ultrasonics sonochemistry*. – 2003. – Vol. 10. – No. 4. – P. 291–295.
3. Schroer, C., Wedemeyer, O., Skrypnik, A., Novotny, J., Konys, J. Corrosion kinetics of Steel T91 in flowing oxygen-containing lead–bismuth eutectic at 450° C // *Journal of Nuclear Materials*. – 2012. – Vol. 431. – No 1. – P. 105–112.
4. Ларин, П.Г., Жуков, Л.В., Кравченко, И.Н. Обоснование факторов, оказывающих влияние на надежность специальной техники в особых условиях эксплуатации // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 3–2. – С. 262–266.
5. Walley, S.M. Historical origins of indentation hardness testing // *Materials Science and Technology*. – 2012. – Vol. 28. – No. 9–10. – P. 1028–1044.
6. Ghazanfari, H., Naderi, M., Iranmanesh, M., Seydi, M., Poshteban, A. A comparative study of the microstructure and mechanical properties of HTLA steel welds obtained by the tungsten arc welding and resistance spot welding // *Materials Science and Engineering: A*. – 2012. – Vol. 534. – P. 90–100.
7. Гоголинский, К.В., Решетов, В.Н., Усеинов, А.С. Об унификации определения твердости и возможности перехода при ее измерении к размерным величинам // *Измерительная техника*. – 2011. – № 7. – С. 28–34.
8. Černý, M., Filípek, J., Mazal, P., & Dostál, P. Basic mechanical properties of layered steels // *Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendelinae brunensis*. – 2012. – V. 61. – P. 25–38.
9. Fischer-Cripps, A.C. *Contact Mechanics // Nanoindentation*. – Springer New York, 2011. – 282 p.
10. Lucca, D.A., Herrmann, K., Klopstein, M.J. *Nanoindentation: Measuring methods and applications // CIRP Annals-Manufacturing Technology*. – 2010. – Vol. 59. – No. 2. – P. 803–819.
11. Лебедев, А. А., Маковецкий, И. В., Музыка, Н. Р., Волчек, Н. Л., Швец, В. П. Оценка поврежденности материала по рассеянию характеристик упругости и статической прочности // *Проблемы прочности*. – 2006. – № 2. – С. 5–14.
12. Музыка, Н. Р., Швец, В. П. Влияние вида нагружения на процесс накопления повреждений в материале // *Проблемы прочности*. – 2014. – № 1. – С. 130–136.
13. Лебедев, А. А., Музыка, Н. Р., Швец, В. П. Метод оценки вязкости разрушения материала по рассеянию характеристик твердости // *Проблемы прочности*. – 2007. – № 6 – С. 5–12.

14. Лебедев, А. А., Швец, В. П. Оценка поврежденности конструкционных сталей по параметрам рассеяния характеристик твердости материалов в нагруженном и разгруженном состояниях // Проблемы прочности. – 2008. – № 3. – С. 29–37.

15. Лебедев, А.А., Ламашевский, В.П., Музыка, Н.Р., Швец, В.П., Ефименко, Е.В. Кинетика накопления рассеянных повреждений в поликристаллических материалах с разным размером зерна при малых деформациях // Проблемы прочности. – 2011. – № 5. – С. 32–44.

16. Сосновский, Л.А., Махутов, Н.А., Кебиков, А.А. Рассеяние механических свойств рельсовой стали // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2007. – № 11. – С. 59–62.

17. Кузьбожев, А.С., Агинец, Р.В., Смирнов, О.В. Исследование вариации твердости трубной стали 17Г1С в ходе статического нагружения // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2007. – № 12. – С. 49–53.

18. Natrella, M.G. Experimental statistics. – New York: Courier Dover Publications, 2013. – 515 p.

19. Корн, Т., Корн, Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М: Наука. 1973. – 831с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СИГНАЛА ИЗ ОБРАЗЦОВ БЕТОНА, АРМИРОВАННОГО СТЕКЛОПЛАСТИКОВОЙ АРМАТУРОЙ

Корзенко И.Н.

*¹Томский политехнический университет, г. Томск
Научный руководитель: Фурса Т.В., д. ф.-м.н., ведущий научный сотрудник Проблемной научно-исследовательской лаборатории электроники, диэлектриков и полупроводников,*

Из года в год на строительном рынке появляются новейшие, инновационные продукты, во многом превосходящие по характеристикам существующие. К таким, недавно появившимся продуктам, относится стеклопластиковая арматура.

Стеклопластиковая арматура является уникальным материалом, вобравшим в себя все самые лучшие качества прочих арматур и исключая из себя их недостатки. Применение бетона, армированного стеклопластиковой арматурой в сельскохозяйственном, промышленном и энергетическом строительстве позволяет решить такую проблему, как

недолговечность конструкций, эксплуатируемых в различных агрессивных средах. XXI век является временем появления и активного использования энергосберегающих технологий и материалов. В условиях сурового климата северных регионов России и многих азиатских стран, на повестке дня стоит вопрос по поводу строительства энергосберегающих зданий. Самым эффективным способом борьбы с мостиком холода на сегодняшний день является использование в качестве армирования бетона арматур на основе стекловолокна, которые в сравнении со стальными арматурами не пропускают ни тепла, ни холода.

Как и любой другой строительный материал, бетон, армированный стеклопластиковой арматурой в процессе эксплуатации подвержен разрушающему влиянию механических нагрузок и температурно-влажностных воздействий окружающей среды. Для снижения риска и уменьшения последствий непредвиденного разрушения конструкций на основе стеклопластиковой арматуры необходимо осуществлять мониторинг технического состояния с целью обеспечения своевременного текущего ремонта и реконструкции, повышающих надежность и безопасность их эксплуатации.

На сегодняшний день нет достаточно простых методов определения происходящих в бетонах, армированных стеклопластиковой арматурой нарушений при эксплуатации данных бетонных конструкций в естественных условиях с механическими нагрузками и сезонными температурно-влажностными воздействиями окружающей среды. Для решения этой задачи может быть использован метод неразрушающего контроля, основанный на явлении механоэлектрических преобразований при импульсном механическом возбуждении гетерогенных неметаллических материалов [1,2]. Проведенные в данной области исследования по связи параметров электрического сигнала, возникающего при импульсном ударном возбуждении гетерогенного неметаллического материала (в частности бетона), с его структурными и механическими характеристиками [3] свидетельствуют о перспективе использования явления механоэлектрических преобразований для разработки метода неразрушающего контроля, позволяющего отслеживать дефектность гетерогенных неметаллических материалов.

В рамках данной работы проведены исследования по сравнению параметров электрического сигнала на упругое ударное возбуждение в тяжелых бетонах и бетонах армированных стеклопластиковой арматурой. Исследования проводились с целью выявить, как влияет наличие стеклопластиковой арматуры в бетоне на параметры электрического сигнала из образцов.

Проведенными ранее исследованиями установлено, что электрический сигнал, регистрируемый из бетона является результатом пьезоэффекта, возникающего вследствие деформации пьезоэлементов (кварца, содержащегося в мелком и крупном заполнителе), а также из-за смещения зарядов в двойном электрическом слое, возникающем на границе раздела компонентов гетерогенной структуры, в данном случае на границе крупного, мелкого заполнителя и цементной матрицы. Пьезоэффект и смещение зарядов в двойном электрическом слое акустической волной порождают переменное электрическое поле, регистрируемое электрическим измерительным приемником сигнала, расположенным вблизи от изучаемого образца, и находящимся в зоне действия этого поля.

Исследования проводились с помощью лабораторного комплекса, позволяющего проводить упругое ударное возбуждение материалов и регистрировать возникающий электрический сигнал.

Импульсное механическое возбуждение образцов производится с помощью электромеханического ударного устройства с нормированной силой удара. Удар производится через металлическую пластину, закрепленную на корпусе ударного устройства. Металлическая пластина и сферический наконечник ударного элемента изготовлены из закаленной стали одинаковой твердости для создания упругого удара. Для регистрации электрической составляющей переменного электромагнитного поля, возникающего при импульсном механическом возбуждении образцов, используется дифференциальный электрический датчик. Сигналы с электрического датчика регистрируются с помощью многофункциональной платы ввода-вывода «NIPCI-6251», совмещенной с ЭВМ, позволяющей осуществлять оцифровку временной реализации электрического сигнала. Для обработки полученных данных используются специализированная программа Origin и программа, разработанная в среде программирования LabView.

Исследования проводились на образцах тяжелого бетона и бетона, армированного стеклопластиковой арматурой размером 100x100x100 мм³. Вначале было проведено исследования тяжелого бетона, затем армированного бетона. Полученные данные были обработаны и получены в виде графиков. На рис.1 представлен электрический сигнал, полученный из тяжелого бетона и спектр данного сигнала, на рис.2 – электрический сигнал из бетона, армированного стеклопластиковой арматурой и также спектр данного сигнала.

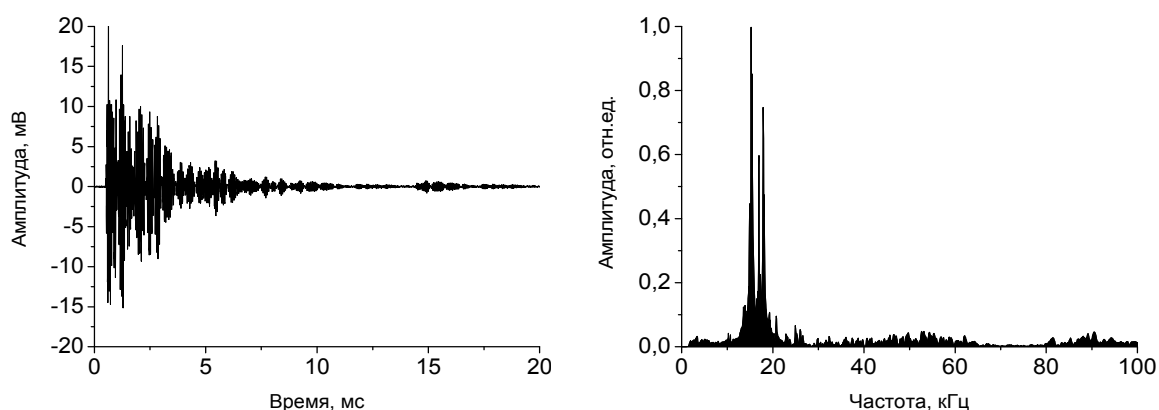


Рис. 1. Электрический сигнал из тяжелого бетона и спектр данного сигнала

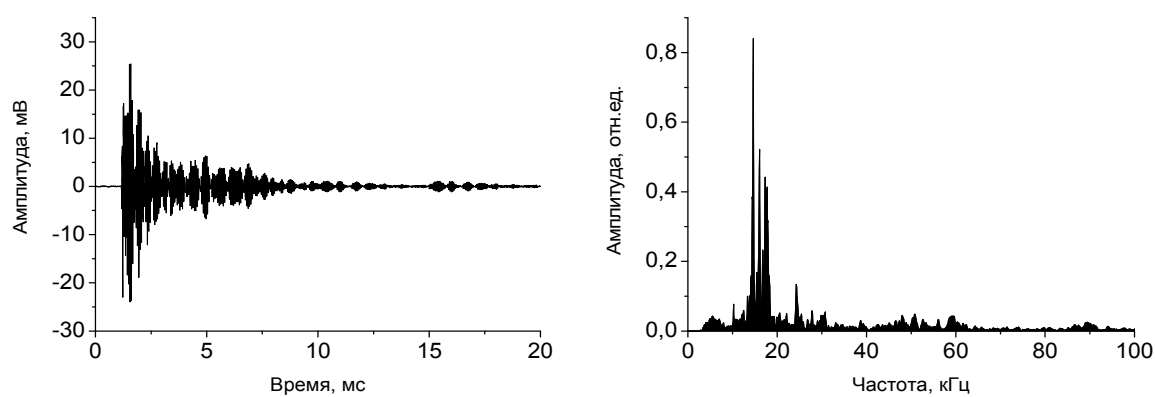


Рис. 2. Электрический сигнал из бетона, армированного стеклопластиковой арматурой и спектр данного сигнала

Из сравнения рисунков 1 и 2 видно, что наличие в образцах стеклопластиковой арматуры приводит к уменьшению величины сигнала, изменению характера затухания и спектрального состава электрических сигналов.

Для количественной оценки происходящих изменений была выполнена обработка полученных результатов с помощью специальных программ в среде программирования LabView. Был проведен расчет центра тяжести спектра и коэффициента затухания энергии электрических сигналов.

Для расчета центра тяжести на вход программы подается исследуемый спектр сигнала. В спектре сигнала с помощью курсоров выбирается необходимый для анализа диапазон частот. В программе последовательно вычисляется интеграл двух частей указанной области спектра и определяется частота, при которой они равны, что и является центром тяжести заданного спектра.

Для определения коэффициента затухания энергии электрических сигналов использован частотно-временной анализ, описанный в работе [4]. Обработку экспериментальных данных проводили с помощью специальной программы в среде программирования LabView, в которой проводился выбор размера скользящего окна и задавался шаг для смещения этого окна по временной реализации сигнала. В энергетическом спектре сигнала с помощью курсоров выбирался необходимый для анализа диапазон частот и проводился расчет суммарной спектральной плотности энергии электрического сигнала каждого окна в выбранном частотном диапазоне. С помощью данной методики можно отслеживать затухание энергии электрического сигнала как функцию времени в области любого выбранного диапазона частот. На данном этапе для анализа был выбран частотный диапазон от 13 до 20кГц исходя из соображений, что в этой частотной области находится основная доля энергии электрических сигналов.

В таблице 1 приведены значения центра тяжести спектров и коэффициента затухания энергии электрических сигналов для образцов тяжелого бетона без арматуры и с арматурой.

Таблица 1.

| | Тяжелый бетон | Бетон, армированный стеклопластиковой арматурой |
|--|---------------|---|
| Центр тяжести спектра, кГц | 27±2 | 32±2 |
| Коэффициент затухания, с ⁻¹ | 600±10 | 700±10 |

Как видно из таблицы наличие в бетоне стеклопластиковой арматуры приводит к смещению спектра сигнала в более высокочастотную область и возрастанию коэффициента затухания энергии электрических сигналов по сравнению с бетоном, не содержащим арматуру. Это объясняется тем, что при прохождении акустической волны через образец, она значительно отражается от арматуры, тем самым меняя спектральный состав электрического сигнала и рассеиваясь при взаимодействии с арматурой.

Дальнейшие исследования будут направлены на адаптацию и усовершенствование предложенных ранее алгоритмов и методик неразрушающего контроля дефектности композиционных неметаллических материалов для испытания бетонов, армированных стеклопластиковой арматурой.

Список информационных источников

1 Суржиков А.П., Фурса Т.В., Хорсов Н.Н. К вопросу о механизме механоэлектрических преобразований в бетонах. – ЖТФ, 2001, т. 71, вып. 1, с. 57-61.

2 Фурса Т.В., Данн Д.Д. Механоэлектрические преобразования в гетерогенных материалах, содержащих пьезоэлектрические включения.– ЖТФ, 2001, т.91, вып.8,с.53-58.

3 Фурса Т.В., Суржиков А.П., Данн Д.Д. Разработка метода дефектоскопии гетерогенных диэлектрических материалов, основанного на использовании явления механоэлектрических преобразований.– Дефектоскопия,2010,№1,с.8-13.

4 Becker J., Jacobs L.J., Qu J. Characterization of cement-based materials using diffuse ultrasound. – J.Eng.Mech,2003,v.129,№12,p.1478-1484.

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ С ФАЗИРОВАННЫМИ РЕШЕТКАМИ

Мордус Р.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

В данной статье рассматриваются физические особенности формирования сигналов, излучаемых прямыми линейными (одномерными) преобразователями с фазированными решетками в контролируемую среду.

Пусть линейная решетка длиной l_p образована $N_s = 2^m$ ($m = 2,3, \dots$) излучающими элементами, расположенными на оси Ox симметрично относительно начала координат O системы S так, как показано на схеме (рис. 1), тогда базовое расстояние между их центрами $r_0 = \frac{l_p}{N_s}$.

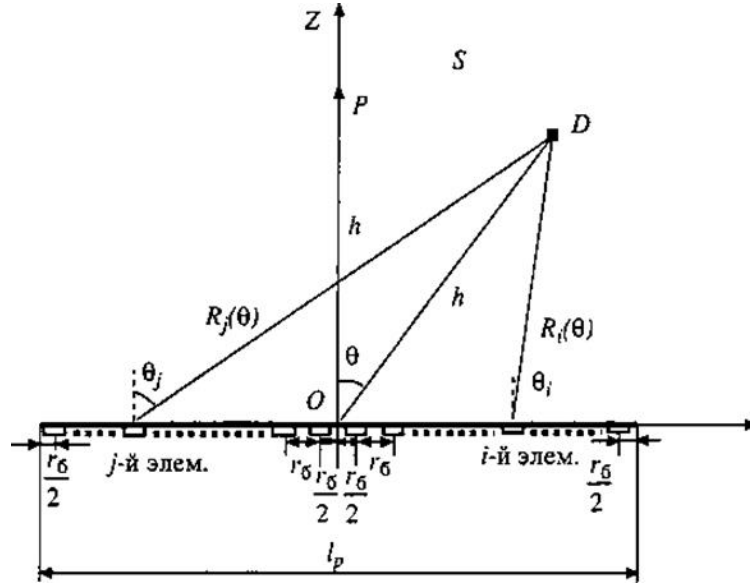


Рис. 1. Схема линейной решетки с излучающими элементами

Сама точка O расположена в центре решетки. Эти элементы создают давление в направлении оси OZ в пределах их протяженности по оси OX , при этом волновые размеры элементов (по OX) предполагаются малыми, то есть произведение волнового числа продольной волны в среде на длину элемента не превышает 1. Точка фокусировки P удалена по оси OZ на расстояние h от O . Дальность от i -го элемента, удаленного от центра O по оси OX на расстояние $r_0(i - 0,5)$, до точки P равна

$$R_i = \sqrt{h^2 + r_0^2(i - 0,5)^2} \quad (1)$$

а задержка сигнала по отношению к времени распространения по оси OZ на расстояние фокусировки h (из начала координат до точки фокусировки)

$$\Delta t_i^{(0)} = \frac{R_i - h}{c} = \left[\sqrt{h^2 + r_0^2(i - 0,5)^2} - h \right] / c \quad (2).$$

Для фокусировки суммарного сигнала в точке P необходимо опережение излучения сигнала i -го элемента на значение $\Delta t_i^{(0)}$. В этом случае излучаемые импульсы достигают указанной точки в одно время, а регистрируемый сигнал максимален.

Расстояние от i -го излучающего элемента, находящегося в области $X > 0$ (справа от начала координат O), до текущей точки D , удаленной от O на расстояние h в направлении под углом θ к оси OZ , равно

$$R_i(\theta) = \sqrt{h^2 + r_0^2(i - 0,5)^2 - r_0 h (2i - 1) \sin \theta} \quad (3)$$

при этом $R_i(\theta) = R_i$, где R_i определяется формулой (1). Аналогичное расстояние от j -го излучающего элемента, находящегося в области $X < O$ (слева от точки O), равно

$$R_j(\theta) = \sqrt{h^2 + r_0^2(j-0,5)^2 + r_0 h(2j-1)\sin\theta} \quad (4)$$

Задержка сигналов в точке D для $i(j)$ -го элемента по отношению к времени распространения из начала координат O до точки фокусировки P равно $(R_{i(j)}(\theta) - h)/c$, где расстояния $R_{i(j)}(\theta)$ определяются формулами (5.3) и (5.4), при этом фактическая задержка с учетом задаваемого времени опережения излучения в соответствии с формулой (2) составляет

$$\Delta t_{i(j)} = \frac{[R_{i(j)}(\theta) - h]}{c} - \Delta t_{i(j)}^{(0)} \quad (5)$$

Регистрируемый в точке D сигнал $A(h, \theta)$ представляет собой сумму импульсов $A_{i(j)}(h, \theta, \Delta t_{i(j)})$ от всех элементов решетки с фактической задержкой (5) с учетом направленности излучения каждого элемента и уменьшения амплитуды сигнала вследствие расхождения волнового фронта (изменение амплитуды за счет поглощения и рассеяния здесь не рассматривается), что достигается умножением функции $A_{i(j)}$, описывающей сигнал от излучающего элемента $i(j)$, на коэффициент $\frac{\cos\theta_{i(j)}}{R_{i(j)}(\theta)}$ где $\theta_{i(j)}$ – угол между положительной нормалью к оси OX (со направленной с осью OZ) в центре элемента и направлением на точку D из этого центра (рис.1),

$$\cos\theta_{i(j)} = \frac{h\Delta \cos\theta}{R_{i(j)}(\theta)} \quad (6)$$

$$A(h, \theta) = \sum_{i=1}^{N_s/2} \frac{h\Delta \cos\theta}{R_i^2(\theta)} A_i(h, \theta, \Delta t_i) + \sum_{j=1}^{N_s/2} \frac{h\Delta \cos\theta}{R_j^2(\theta)} A_j(h, \theta, \Delta t_j) \quad (7)$$

Построение графика угловой зависимости максимума суммарного сигнала

График угловой зависимости максимума суммарного сигнала показывает, изменение суммарной амплитуды всех элементов решётки от угла поворота акустической оси.

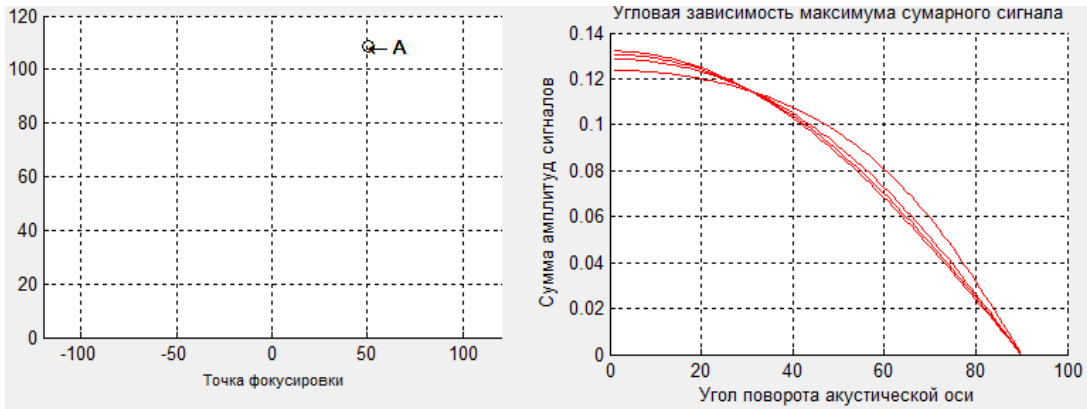


Рис. 2. Угловая зависимость максимума суммарного сигнала преобразователя с фазированной решёткой с изменяющейся длиной решётки $l = 10, 20, 30, 40$;

$$N_s = 16, h = 120, c = 5930$$

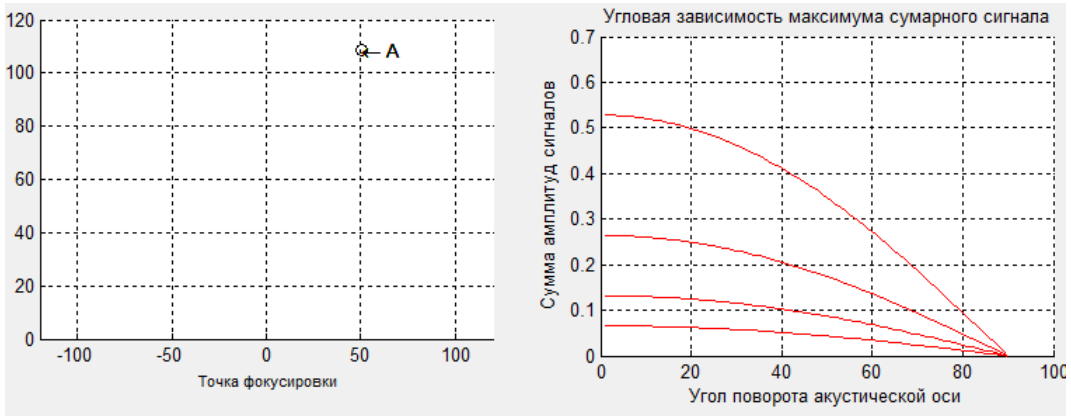


Рис. 3. Угловая зависимость максимума суммарного сигнала преобразователя с фазированной решёткой с изменяющимся количеством элементов

$$N_s = 8, 16, 32, 64; l = 40, h = 120, c = 5930$$

Заключение

Выполненные в статье расчёты позволяют сделать следующие выводы:

1. С увеличением расстояния до точки фокусировки амплитуда суммарного сигнала уменьшается по закону близкому к экспоненте (по рис. 4).

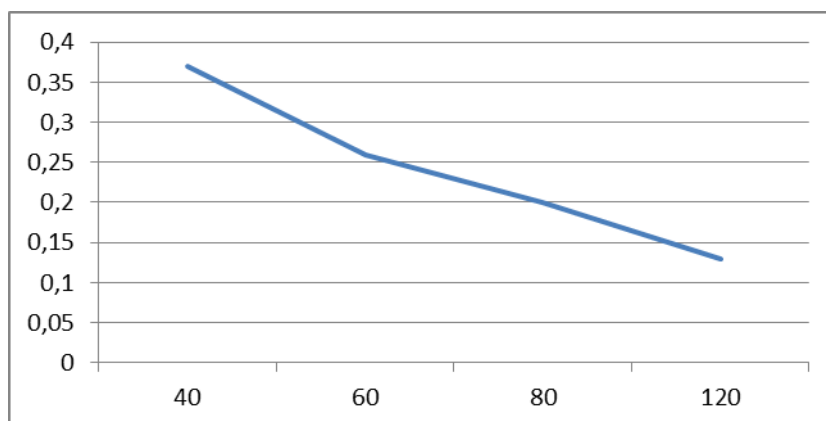


Рис. 4. Угловая зависимость максимума суммарного сигнала от расстояния до фокусировки

2. Суммарная амплитуда мало зависима от ширины каждого из элементов решётки.

3. С увеличением кол-ва элементов в решётке амплитуда суммарного сигнала увеличивается.

Список информационных источников

1. В.Н. Данилов Моделирование работы прямого преобразователя с фазированной решёткой в режиме излучения - Дефектоскопия, 2010, №7, стр. 3-17.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ДЕФЕКТОВ В ОБРАЗЦАХ ДЛЯ СДАЧИ ПРАКТИЧЕСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО МЕТОДАМ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Проничев Е.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Классификация контрольных образцов

Методы и средства неразрушающего контроля имеют большое распространение в связи с возросшими требованиями к обеспечению безопасности и качеству продукции металлургии и машиностроения.

Для повышения качества полученных при дефектоскопии данных, необходимо обеспечивать постоянную градуировку и настройку средств измерений и контроля, их калибровку и проверку на работоспособность. Для этих целей на практике применяются контрольные образцы.

С каждым годом количество образцов увеличивается. Это обусловлено тем, что разрабатываются новые средства измерений, обладающие более высокой точностью и предназначенные для контроля большего количества параметров.

Многообразие контрольных образцов, применяемых при дефектоскопии, их дублирование и неупорядоченность создают сложность при выборе необходимого образца. Для решения этой проблемы в данной статье приведена структуризация контрольных образцов, используемых при магнитной дефектоскопии. Согласно ГОСТ Р53697-2009 «Контроль неразрушающий. Основные термины и определения», контрольный образец – это образец из материала определенного состава с заданными геометрической формой и размерами, используемый для настройки и оценки параметров аппаратуры и дефектоскопических материалов, а также в качестве индикаторов их работоспособности.

Принято классифицировать контрольные образцы на следующие группы (рис. 1):

По локализации дефектов:

- с поверхностными дефектами;
- с подповерхностными дефектами.

По способу получения дефектов:

- с естественными дефектами;
- с искусственными дефектами.



Рис. 1. Классификация контрольных образцов

Дефекты, выходящие на поверхность, называются поверхностными дефектами. Дефекты, залегающие на глубине нескольких миллиметров и не выходящие на поверхность, называются подповерхностными.

Образцы с естественно-полученными дефектами выбирают из числа забракованных изделий с дефектами, размеры которых соответствуют принятому уровню чувствительности. Искусственные дефекты получают путем изготовления заготовки и последующей ее обработки для получения определенного типа дефекта.

В качестве искусственных дефектов на образцах служат плоские щели различной ширины или цилиндрические отверстия диаметром (2-2,5) мм, расположенные параллельно поверхности на различной глубине. Плоскость искусственных дефектов-щелей составляет угол с возможным направлением намагничивающего поля около (80-90). Образцы могут быть покрыты слоем никеля или хрома толщиной (0,002-0,005) мм для предотвращения коррозии.

Способы изготовления образцов с искусственными поверхностными дефектами:

- азотирование с последующим нагружением объекта до появления трещины (рисунок 2);
- хромирование с последующей шлифовкой для появления трещин (рисунок 3);
- нанесение никель-хромового покрытия заданной толщины с последующим приложением растягивающего усилия.

Способы изготовления образцов с искусственными подповерхностными дефектами (рисунок 4):

- создание основы с цилиндрическими отверстиями;
- создание основы с отверстием и втулкой с параметрами определенных типов дефектов.

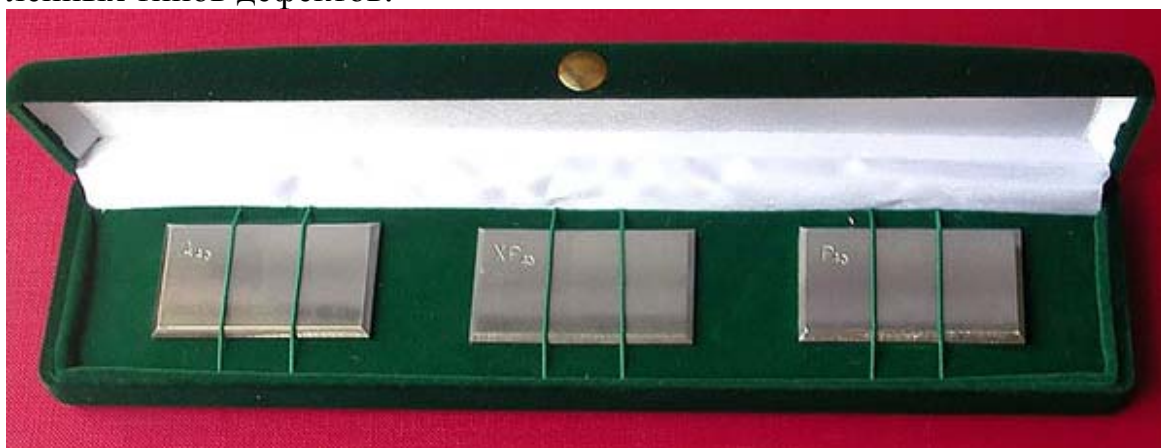


Рис. 2. Набор контрольных образцов для капиллярной и магнитопорошковой дефектоскопии

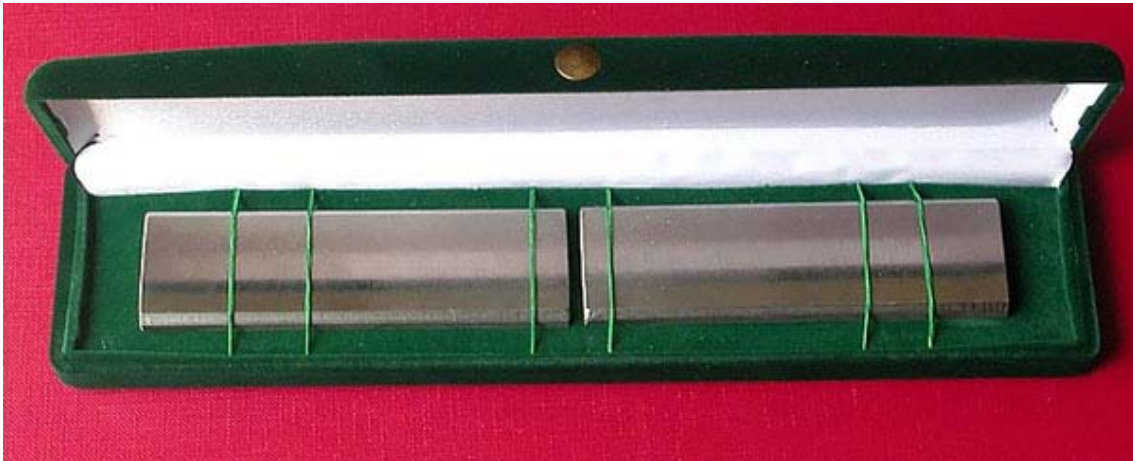


Рис. 3. Набор контрольных образцов для капиллярной и магнитопорошковой дефектоскопии

Контрольный образец (рис. 4) используется для настройки, градуировки и проверки средств магнитной дефектоскопии, например, феррозондовых дефектоскопов. Имитация подповерхностных дефектов достигается благодаря тому, что контрольный образец для магнитной дефектоскопии состоит из двух частей, в каждой из которых полость выполнена на половину длины имитируемого дефекта под углом $0 \leq \alpha \leq 90^\circ$ к поверхности сопряжения частей.

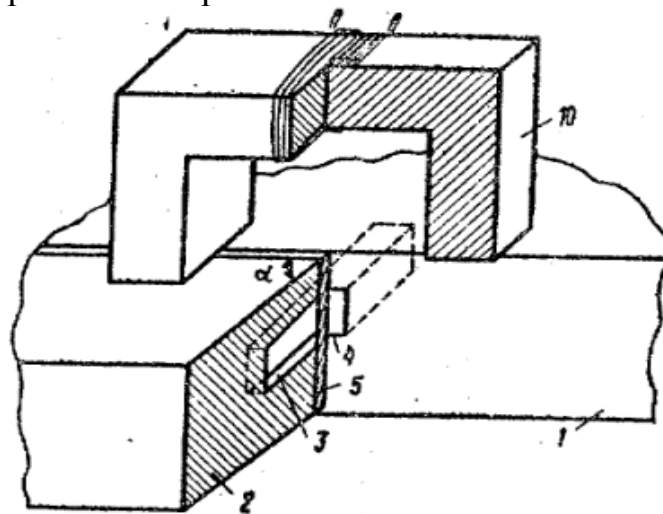


Рис. 4. Контрольный образец с имитатором подповерхностного дефекта для магнитной дефектоскопии

При намагничивании образца поток разветвляется на два русла, расположенных по разные стороны от поверхности сопряжения. Искажения, возникающие при намагничивании, снижаются за счет электропроводящего немагнитного слоя 5.

Образец позволяет имитировать подповерхностные дефекты различных размеров и обеспечивать тем самым возможность количественной оценки параметров выявляемых дефектов.

Таким образом, контрольные образцы предназначены для выявления как поверхностных, так и подповерхностных дефектов. В будущем является актуальным усовершенствование контрольных образцов с целью повышения точности обнаружения и измерения дефектов. А также перспективным является создание контрольных образцов с типами дефектов, наиболее распространенными в контролируемых изделиях.

Список информационных источников

1.РД-13-05-2006. Методические рекомендации о порядке проведения магнитопорошкового контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах. – М., 2006. – 82 с.

2.ГОСТ 8.315-97. Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов. Основные положения. – М., 1997. – 26 с.

3.Бабаджанов Л.С., Бабаджанова М.Л. Меры и образцы в области неразрушающего контроля.– М.: Стандартинформ, 2007. – 208 с.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ИНСПЕКЦИОННЫХ ДОСМОТРОВЫХ КОМПЛЕКСОВ С ФУНКЦИЕЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ВЕЩЕСТВ ОБЪЕКТОВ КОНТРОЛЯ

Струговцов Д.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

В настоящее время в России заметно увеличился грузопоток через границы нашего государства. Каждый день через границу нашего государства проходит огромное количество грузовых транспортных средств и крупногабаритных грузов. Для обеспечения безопасности населения, возникает необходимость в проведении таможенного контроля таких машин и грузов. Основная трудность заключается в осуществлении досмотрового контроля транспортных средств и крупногабаритных грузов – морских, железнодорожных, авиационных контейнеров, грузовых машин и т. д. Контроль объектов, указанных выше, подразумевает под собой целый комплекс длительных, трудоемких и тяжелых разгрузочно-

погрузочных работ. Практика показывает, что на проведение досмотра одного транспортного средства или контейнера необходимо 2-3 часа. Как следствие, большинство транспортных средств и крупногабаритных грузов, проходящих через таможенные границы России, оформляются на основании приложенных документов, фактически без реальной идентификации перевозимого груза.

Решить проблему производительности контроля и повысить эффективность обнаружения запрещенных веществ позволяют современные технические средства таможенного контроля (ТСКТ). В частности для контроля крупногабаритных грузов и транспортных средств применяются инспекционные досмотровые комплексы.

Практика мирового таможенного контроля показывает, что наиболее эффективной и качественной техникой в настоящее время являются инспекционные досмотровые комплексы с функцией идентификации веществ объектов контроля. Данные комплексы позволяют за 5-20 минут без разгрузки и вскрытия транспортного средства или крупногабаритного груза получить их изображение и изображение, транспортируемых в нем товаров, а также помогают отнести просвечиваемые объекты к определенным материалам.

В данной статье будет рассмотрено математическое описание алгоритма оценки производительности инспекционных досмотровых комплексов с функцией идентификации веществ объектов контроля.

Инспекционный досмотровый комплекс должен обладать следующими тактико-техническими характеристиками:

- способность к визуализации содержимого груза;
- возможность распознавания различных предметов, веществ и устройств;
- координатная привязка обнаруженных предметов к местам их расположения;
- возможность распознавать изделия из различных материалов (органические вещества, металлы);
- возможность просматривать конструктивные полости и пространства между потолочными перекрытиями, полом и стенками контейнеров, а также узлов железнодорожных вагонов и автомашин.

В данной статье будет рассмотрено математическое описание алгоритма оценки производительности инспекционного досмотрового комплекса с функцией идентификации веществ объектов контроля.

Метод дуальных энергий (МДЭ) является одним из важнейших способов реализации цифровой радиографии, позволяющий идентифицировать вещества объектов досмотрового контроля (ОДК). Идентифи-

кация применительно к досмотровому контролю понимается, как отнесение вещества ОДК или его фрагмента к одному из широких классов веществ. Отнесение вещества к тому или иному классу веществ традиционно осуществляется по эффективному атомному номеру. В качестве идентификационного параметра используется значение эффективного атомного номера, либо некоторая функция от него.

Производительность комплекса цифровой радиографии на базе МДЭ существенным образом зависит от многих факторов, например, от диапазона изменения эффективного атомного номера, размера фрагментов объекта контроля, от заданной точности оценки параметра идентификации, от максимальных энергий высокоэнергетического рентгеновского излучения.

Для решения задачи идентификации веществ ОДК и их фрагментов методом дуальных энергий используются различные варианты двух основных подходов [1]. В первом подходе оценивается эффективный атомный номер вещества объекта контроля. Во втором подходе [1] формируется изображение некоторого параметра, значение которого в каждой точке изображения сравнивается с некоторыми линиями уровней, и по результатам сравнения принимается решение о сопоставлении вещества ОДК с тем или иным классом веществ. Далее будут приведены математические выражения необходимые для составления алгоритма оценки производительности инспекционного –досмотрового комплекса.

Число фотонов $n_i(n_{0i}, Z)$ рентгеновского излучения с максимальной энергией E_i , поглощённых единичным детектором в единицу времени за ОК толщиной ρH и эффективным атомным номером Z , определяется с помощью приближённого выражения

$$n(\rho H, Z) \approx \frac{P_{0\max} W(E_i, E_{\max}) a_d^2 \int_0^{E_i} f(E, E_i) e^{-m(Z)\rho H} [1 - e^{-\mu_d(E)h_d}] dE}{4\pi F^2 \int_0^{E_i} \overline{E_{ab}(E)} f(E, E_i) [1 - e^{-\mu_d(E)h_d}] dE}, \quad (1)$$

где $\overline{E_{ab}(E)}$ – среднее значение энергии зарегистрированного фотона с энергией E ; $f(E, E_i)$ – энергетический спектр рентгеновского излучения с максимальной энергией E_i ; $m(E, Z)$ – массовый коэффициент ослабления фотонного излучения с энергией E веществом ОК; $\mu_d(E)$ – линейный коэффициент ослабления фотонного излучения с энергией E материалом детектора; h_d – толщина детектора; $a_d \times a_d$ – размеры детектора; F – расстояние от источника излучения до лобовой поверхности детектора; $P_{0\max}$ – мощность рентгеновского излучения с максимально возможной энергией в спектре E_{\max} на расстоянии 1 м.

Формула для оценки сигнала I_i , $i=1,2$ имеет вид

$$I_i = n_i(\rho H, Z)t_i \overline{E_{iab}}, \quad (2)$$

где I_i – исходные изображения $\mathbf{I}_i = \{I_i(x, y) : (x, y) \in S\}$, $i=1,2$, – среднее $\overline{E_{iab}}$ значение поглощённой энергии зарегистрированного фотона для рентгеновского излучения с максимальной энергией E_i за ОК. Значения $\overline{E_{iab}}$ находятся следующим образом

$$\overline{E_{iab}} = \frac{\int_0^{E_i} \overline{E_{ab}}(E) f(E, E_i) e^{-m(E)\rho H} [1 - e^{-\mu(E)h_n}] dE}{\int_0^{E_i} f(E, E_i) e^{-m(E)\rho H} [1 - e^{-\mu(E)h_n}] dE}, \quad (3)$$

Дисперсия сигнала $I_i - DI_i$ вычисляется по формуле [2]

$$DI_i = n_i(\rho H, Z)t_i \overline{E_{iab}^2} = n_i(\rho H, Z)t_i \overline{E_{iab}}^2 \eta_i^2(\rho H, Z), \quad (4)$$

где $\overline{E_{iab}^2}$ и η_i^2 – средние значения квадрата поглощённой энергии зарегистрированных фотонов и коэффициента накопления флуктуаций для рентгеновского излучения с максимальной энергией E_i за ОК. Формула для вычисления $\overline{E_{iab}^2}$ имеет вид, аналогичный (4),

$$\overline{E_{iab}^2} = \frac{\int_0^{E_i} \overline{E_{ab}^2}(E) f(E, E_i) e^{-m(E)\rho H} [1 - e^{-\mu(E)h_n}] dE}{\int_0^{E_i} f(E, E_i) e^{-m(E)\rho H} [1 - e^{-\mu(E)h_n}] dE}, \quad (5)$$

где $\overline{E_{ab}^2}(E)$ – среднее значение квадрата энергии зарегистрированного фотона с энергией E .

После подстановки (1) и (5) в формулу (4) получим выражение, связывающие дисперсию DI_i со временем измерения t_i .

$$DI_i = n_i(\rho H, Z)t_i \frac{\int_0^{E_i} \overline{E_{ab}^2}(E) f(E, E_i) e^{-m(E)\rho H} [1 - e^{-\mu(E)h_n}] dE}{\int_0^{E_i} f(E, E_i) e^{-m(E)\rho H} [1 - e^{-\mu(E)h_n}] dE}, \quad (6)$$

Рассмотрим далее более подробно математическое описание метода идентификации по эффективному атомному номеру.

В результате совместной обработки результирующих радиографических изображений \mathbf{R}_1 и \mathbf{R}_2 формируются изображения параметров МДЭ – \mathbf{A} и \mathbf{B} .

Для каждой точке (x, y) изображающей поверхности S для оценки параметров МДЭ $A(x, y)$ и $B(x, y)$ решается система нелинейных уравнений

$$\begin{aligned}
& -\ln \int_0^{E_1} f_{ab}(E) e^{-A(x,y)f_1(E)-B(x,y)f_2(E)} dE = R_1(x,y) \\
& -\ln \int_0^{E_2} f_{ab}(E) e^{-A(x,y)f_1(E)-B(x,y)f_2(E)} dE = R_2(x,y)
\end{aligned} \tag{7}$$

здесь $E_{ab}(E, E_i)$, $i=1,2$ – энергетический спектр поглощенной энергии в радиометрическом детекторе для рентгеновского излучения с максимальной энергией E_i ; $f_1(E)$, $f_2(E)$ – энергетические зависимости двух основных процессов взаимодействия фотонного излучения с веществом ОДК.

В качестве первого процесса в системе (7) выступает эффект Комптона, а в качестве второго – эффект рождения пар.

Для решения системы (7) относительно параметров $A(x,y)$ и $B(x,y)$ необходимо знать значения максимальных энергий – E_1 и E_2 и функциональные зависимости $f_{ab}(E, E_i)$, $i=1,2$: $f_{ab}(E, E_1)$, $f_{ab}(E, E_2)$,

На этапе решения системы дисперсии случайных величин A , B – DA и DB , а также ковариация $\text{cov}(A,B)$ находятся применением метода наименьших приращений к системе (12). Конечные выражения имеют вид

$$\begin{aligned}
DA &= \frac{g_{22}^2 DR_1 + g_{12}^2 DR_2}{G^2}, \quad DB = \frac{g_{11}^2 DR_2 + g_{21}^2 DR_1}{G^2}, \\
\text{cov}(A,B) &= \frac{-g_{22}g_{21} DR_1 - g_{12}g_{11} DR_2}{G^2}.
\end{aligned} \tag{8}$$

здесь

$$g_{ij} = \frac{\int_0^{E_i} f_j(E) F_{ab}(E) e^{-A(x,y)f_1(E)-B(x,y)f_2(E)} dE}{\int_0^{E_i} F_{ab}(E) e^{-A(x,y)f_1(E)-B(x,y)f_2(E)} dE}, \quad G = g_{11}g_{22} - g_{12}g_{21}, \tag{9}$$

После подстановки получим

$$\begin{aligned}
DA &= \frac{g_{22}^2 \tau_1/t_1 + g_{12}^2 \tau_2/t_2}{(g_{11}g_{22} - g_{12}g_{21})^2}, \quad DB = \frac{g_{11}^2 \tau_2/t_2 + g_{21}^2 \tau_1/t_1}{(g_{11}g_{22} - g_{12}g_{21})^2} \\
\text{cov}(A,B) &= \frac{-g_{22}g_{21} \tau_1/t_1 - g_{12}g_{11} \tau_2/t_2}{(g_{11}g_{22} - g_{12}g_{21})^2}.
\end{aligned} \tag{10}$$

Конечный этап связан с оценкой дисперсии эффективного атомного номера. В области высоких энергий эффективный атомный номер Z связан с параметрами МДЭ следующим соотношением A и B

$$Z \approx \frac{B}{A} \tag{11}$$

Применяя метод малых приращений к (11) получим формулу для вычисления дисперсии эффективного атомного номера $Z - DZ$

$$DZ \approx \frac{A^2 DB + B^2 DA - 2AB \text{cov}(A, B)}{A^4}. \quad (12)$$

Подставим выражения (10) в формулу (12). После несложных преобразований выражение для оценки дисперсии эффективного атомного номера будет иметь вид

$$DZ \approx \frac{(Ag_{21} + Bg_{22})^2 \tau_1/t_1 + (Ag_{11} + Bg_{12})^2 \tau_2/t_2}{G^2 A^4}. \quad (13)$$

Нас интересует связь дисперсии оцениваемого параметра объекта контроля DZ с параметрами t_1 , t_2 и физическими характеристиками ОК – средним значением эффективного атомного номера вещества Z и толщиной ρH . В настоящее время для вычисления параметров высокоэнергетической реализации метода дуальных энергий A и B применяют следующие формулы

$$A = \rho H, \quad B = Z\rho H. \quad (14)$$

В результате подстановки (14) в (13) получим

$$DZ \approx \frac{(g_{21} + Zg_{22})^2 \tau_1/t_1 + (g_{11} + Zg_{12})^2 \tau_2/t_2}{G^2 (\rho H)^2}. \quad (15)$$

Выражение (15) позволяет оценить точность измерения эффективного атомного номера, исходя из времени формирования строк исходных радиографических изображений, параметров ОК, максимальных энергий рентгеновского излучения.

Проведём краткий анализ выражения (15). Пусть время формирования совместно обрабатываемых строк в исходных изображениях равно t , время t складывается из t_1 и t_2 . С учётом этого факта выражение (15) переписывается следующим образом

$$DZ \approx \frac{(g_{21} + Zg_{22})^2 \tau_1/t_1 + (g_{11} + Zg_{12})^2 \tau_2/(t - t_1)}{G^2 (\rho H)^2}. \quad (16)$$

Очевидно, что существует оптимальное значение времени t_1 , при котором значение дисперсии DZ является минимальным. Формула для вычисления $t_{1\text{opt}}$ имеет вид

$$t_{1\text{opt}} = \frac{t\tau_1(g_{21} + Zg_{22})^2}{\tau_1(g_{21} + Zg_{22})^2 + \tau_2(g_{11} + Zg_{12})^2}. \quad (17)$$

Замечание 1. Выражение (17) в случае использования импульсного источника рентгеновского излучения должно быть уточнено. Количество импульсов с меньшей максимальной энергией $E_1 - m_1$ должно удовлетворять следующему ограничению

$$m_1 \geq \text{int} \frac{t\tau_1(g_{21} + Zg_{22})^2 \nu_0}{\tau_1(g_{21} + Zg_{22})^2 + \tau_2(g_{11} + Zg_{12})^2}, \quad (18)$$

здесь $\text{int}(x)$ – целая часть числа x .

Значение дисперсии DZ , соответствующее t_{opt} , находится подстановкой (17) в (16)

$$DZ \approx \frac{2[\tau_1(g_{21} + Zg_{22})^2 + \tau_2(g_{11} + Zg_{12})^2]}{tG^2(\rho H)^2}. \quad (19)$$

Формула (19) позволяет вычислить время t , необходимое для формирования пары строк изображений \mathbf{I}_1 и \mathbf{I}_2 , исходя из заданного потребителем предельного уровня погрешности оценки эффективного атомного номера ΔZ_{lim} . Указанный предельный уровень погрешности оценки эффективного атомного номера ΔZ_{lim} называют разрешением по Z . Искомое выражение имеет вид

$$t = \frac{2[\tau_1(g_{21} + Zg_{22})^2 + \tau_2(g_{11} + Zg_{12})^2]}{G^2(\rho H)^2 \Delta Z_{\text{lim}}^2}. \quad (20)$$

Выражение (20) в совокупности с формулами (12-19) представляет собой алгоритм оценки производительности комплекса досмотрового контроля с функцией идентификации веществ объектов контроля и его фрагментов.

Ниже рассмотрим математическое описание второго способа идентификации веществ методом линий уровней.

Второй подход к идентификации веществ объектов контроля и их фрагментов можно назвать методом линий уровней [3]. В этом подходе на основе результирующих изображений \mathbf{R}_1 и \mathbf{R}_2 формируется идентификационное изображение

$$\mathbf{Q} = \left\{ Q(x, y) = \frac{R_2(x, y)}{R_1(x, y)} : (x, y) \in S \right\}. \quad (21)$$

Вещество ОК в точке с координатами (x, y) идентифицируется с некоторым веществом, если выполняется следующее ограничение

$$U_-(R_1(x, y)) < Q(R_1(x, y)) \leq U_+(R_1(x, y)), \quad (22)$$

где $U_-(x, y)$, $U_+(x, y)$ – уровневые линии для сопоставляемого вещества.

Дисперсия идентификационного параметра Q – DQ находится с помощью разложения по малым приращениям

$$DQ = \frac{R_1^2 DR_2 + R_2^2 DR_1}{R_1^4}. \quad (23)$$

После подстановки получим

$$DQ = \frac{R_1^2 \tau_2 / t_2 + R_2^2 \tau_1 / t_1}{R_1^4}. \quad (24)$$

Время t_{opt} для которого значение DQ минимально при фиксированном значении t находится следующим образом

$$t_{\text{opt}} = \frac{t \tau_1 R_2^2}{\tau_1 R_2^2 + \tau_2 R_1^2}. \quad (25)$$

Минимальное значение дисперсии DQ достигается при $t_1=t_{1opt}$

$$DQ = \frac{2(\tau_1 R_2^2 + \tau_2 R_1^2)}{t R_1^4}. \quad (26)$$

Время t , определяющее производительность досмотрового комплекса с идентификацией вещества ОК методом линий уровней, находится из (26), исходя из предельного уровня погрешности оценки параметра идентификации ΔQ_{lim} ,

$$t = \frac{2(\tau_1 R_2^2 + \tau_2 R_1^2)}{\Delta Q_{lim} R_1^4}. \quad (27)$$

Выражения с (13) по (27) позволяют оценить производительность досмотрового комплекса с функцией идентификации веществ ОК методом линий уровней.

В результате были составлены совокупности математических соотношений, предназначенных для оценки производительности высокоэнергетических цифровых комплексов с функцией идентификации веществ объектов контроля и их фрагментов с помощью двух основных реализаций метода дуальных энергий – по эффективному атомному номеру и методом линий уровней. В дальнейшем математический алгоритм будет переведен в алгоритм, написанный в среде MathCAD. В данном алгоритме будет достаточно вбить входные (начальные) характеристики и программа сама рассчитает примерное время контроля, и на основании результатов выводимых алгоритмом можно будет сделать вывод о том, какова должна быть скорость сканирования объекта контроля для получения качественного цифрового изображения.

Список используемой литературы

1. Osipov S.P., Temnik A.K., Chakhlov S.V. The Effects of Physical Factors on the Quality of the Dual High Energy Identification of the Material of an Inspected Object // Russian Journal of Nondestructive Testing. – 2014, Vol. 50, No. 8, pp. 491–498.

2 Fuchs, T., Keßling, P., Firsching, M., Nachtrab, F., Scholz, G. Industrial Applications of Dual X-ray Energy Computed Tomography (2X-CT). Nondestructive Testing of Materials and Structures. Springer Netherlands. 2013, Vol. 6, pp. 97–103.

3 Chadwick, M.B., Obložinský, P., Herman, M., Greene, N.M., McKnight, R.D., Smith, D.L., ... & Van der Marck, S.C. ENDF/B-VII. 0: Next generation evaluated nuclear data library for nuclear science and technology // Nuclear data sheets. – 2006, Vol. 107, No. 12, pp. 2931–3060.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНО-АКУСТИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЛИТЬЯ

Сыдыков Ж.Б.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Современный уровень развития науки и техники требует постоянного повышения качества промышленной продукции. Поэтому к качеству продукции предъявляются повышенные требования.

Технологический цикл производства сплавов состоит из нескольких этапов, наиболее важным среди которых является процесс литья слитков. При отливке слитка на его поверхности могут образовываться различные дефекты: трещины, неслитины, ликвационные наплывы [1].

Слитки круглого и прямоугольного сечений отливаются методом непрерывного литья, сущность которого заключается в непрерывной подаче жидкого металла в специальную водоохлаждаемую изложницу (кристаллизатор) с подвижным дном, роль которого выполняет подвижный поддон, перемещающийся в вертикальном направлении. При одновременном опускании поддона и заливке поплавок, в верхней области слитка образуется лунка жидкого металла. Граница лунки (граница между жидким и твердым металлом) является достаточно четко выраженной. Качество слитка находится в обратной зависимости от глубины лунки [2]. Для снижения глубины необходимо как можно медленнее опускать поддон со слитком. В этом случае производительность будет низкая. Немного увеличив глубину лунки, можно значительно ускорить литье и, следовательно, повысить производительность. Оптимальная глубина лунки варьируется в определенном диапазоне, который зависит не только от технологических параметров, но и от требуемого качества слитка [3]. Зная геометрические параметры лунки (форму и глубину), можно регулировать скорость опускания поддона со слитком, обеспечивая при этом требуемое качество.

Геометрические размеры лунки слитка отечественные металлурги получают простейшим, но небезопасным и неточным способом – литейщик для определения глубины лунки опускает в ее полость щуп. В большинстве же случаев лунку вообще не контролируют, а скорость литья подбирают на основании исследований затвердевших слитков.

Зарубежные компании получают данные о лунке в основном радиационным способом.

Из известных видов неразрушающего контроля [4] для контроля слитка больше всего подходят или радиационный, или акустический методы неразрушающего контроля. Остальные методы контроля невозможно или очень затруднительно применить для задачи исследования лунки слитка. Использование радиационного метода требует применения специальной защиты персонала. Помимо этого, данный метод ограничен проникающей способностью (до 0,5 метра) [5]. Из-за этого для контроля слитков большой толщины (до 1 метра) необходимо увеличивать мощность излучения, что требует дополнительных средств защиты, а также возникает риск появления остаточной радиации.

Эффективный контроль литейных технологических процессов и качества отливок позволяет осуществлять ультразвуковой (УЗ) метод, обладающий максимальным информативным потенциалом, а также безопасностью и портативностью применяемого оборудования [6]. Использование этого метода позволяет получать мгновенное изображение контролируемого объекта. Данный метод также ограничен проникающей способностью. Однако в отличие от радиационного метода контроля ультразвуковой контроль возможно осуществлять как сбоку от объекта контроля, так и над ним, что позволяет исключить проблему проникающей способности.

В отливках, затвердевающих в формах, различают твердую корку, двухфазную область из жидкости и кристаллов и полностью жидкую сердцевину. Эти области затвердевания имеют различную плотность, а также различную скорость УЗ, т. е. акустическое сопротивление, вследствие этого границы раздела этих областей обладают отражающей способностью [7]. Это позволяет применить ультразвуковой метод для определения границы между ними. Данное положение подтверждено пока немногочисленными разработками и исследованиями [8]. Так, в Швейцарии применяют устройство для контроля толщины корки слитка и глубины проникновения жидкой фазы на УНРС (установка непрерывной разливки стали) при вводе УЗ через воду. УЗ можно вводить также через промежуточные линии задержки (волноводы) и расплав смеси солей, а для непосредственного измерения необходимо использовать ультразвуковые приборы. Реализация ультразвукового метода контроля затвердевания связана с дополнительными трудностями, обусловленными снижением механической прочности материала и значительным увеличением затухания УЗ волн в горячем металле, а также необходимостью создания надежного акустического контакта между датчиком и контролируемым металлом [9].

Методы ультразвукового контроля основаны на излучении и приеме акустических волн (бегущих, стоячих) и регистрации акустических волн, возникающих в материалах и изделиях [10]. Для контроля литья слитков больше всего подходят эхо-метод и теневой (табл. 1).

Таблица 1. Сравнение акустических методов контроля по пятибалльной шкале [11]

| Метод | Определение структуры и физико-механических | Определение размеров | Выявление дефектов плавки и литья | | | |
|---------------------|---|----------------------|-----------------------------------|--------------------|-----------------------|----------------------------|
| | | | Неслитинны | Усадочные раковины | Газовые поры и пузыри | Горячие и холодные трещины |
| Теневой | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| Эхо-импульсный | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 |
| Резонансный | 4 | 4 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| Эмиссионный | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Импедансный | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Свободных колебаний | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 |

Акустические методы классифицируют также по способу контакта преобразователя с изделием. УЗ волны хорошо отражаются от тончайших воздушных зазоров, поэтому существует несколько способов ввода УЗ в изделие:

- 1) контактный;
- 2) щелевой (менисковый);
- 3) иммерсионный;
- 4) бесконтактные способы.

Для возбуждения упругих колебаний используют преобразователи пьезоэлектрические, магнитострикционные и электромагнитно-акустические (ЭМА) [12]. Наиболее распространены пьезоэлектрические преобразователи из монокристалла кварца или пьезокерамических материалов – титаната бария, цирконат-титаната свинца (ЦТС) и другие.

В ряде случаев для контроля качества отливок необходимо использовать специальные преобразователи [13]. Фокусирующие преобразователи можно использовать для обнаружения мелких дефектов и повышения надежности контроля сложно-рельефных поверхностей. Для контроля отливок с грубой поверхностью можно применять преобразователи контактно-иммерсионные с щелевым контактом между дном-мембраной и отливкой, с локальной иммерсионной ванной и дном в ви-

де эластичной мембраны, с локальной иммерсионной ванной в виде катка со стенками из эластичного материала [14].

Для создания надежного акустического контакта при ультразвуковом контроле используют контактные жидкости, помещаемые между ультразвуковым преобразователем и изделием [15]. При создании контакта через расплав солей, помещаемых между звукопроводом и нагретым изделием, применяют соли щелочных и щелочноземельных элементов KNO_3 , KNO_2 , NaNO_2 , NaNO_3 , LiNO_3 , NaCl , BaCl_2 , CaCl_2 , $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, KCl и их смеси. Эти соли и их смеси имеют точку плавления 150 – 1000 °С, трудно испаряются, обладают высокими смачивающими свойствами и хорошо проводят УЗ [16]. Способ создания акустического контакта через промежуточные звукопроводы и расплав солей перспективен для контроля расплавов и процессов, протекающих при охлаждении отливок в формах.

При разработке промышленного оборудования и технологии ультразвукового исследования расплава большое внимание уделяют выбору материала и конструкции излучателя [17]. Выбор материала для его изготовления осуществляют с целью создания излучателей ультразвука с пренебрежимо малым износом.

Уже в первых экспериментах было обнаружено, что керамика малоприспособна для передачи ультразвука в расплав. Отечественный опыт работы по ультразвуковой обработке расплава цветных металлов и сплавов показал, что наиболее высокие эксплуатационные характеристики имеют излучатели из тугоплавких металлов и сплавов на основе Ti и Nb .

Выбор в качестве материала инструмента для длительной работы в высокотемпературном расплаве (жидкий алюминий, магний и их сплавы) сплава на основе ниобия обусловлен особенностями поведения его упругих характеристик при воздействии температуры. Так, модуль нормальной упругости ниобия в отличие от практически всех высокотемпературных металлов и сплавов (титан, тантал, молибден, вольфрам, сталь) не меняется в интервале температур 20–1200°С, в то время как для этих материалов он при нагревании монотонно падает [18].

Обследования установок полунепрерывного литья показали, что лучшее расположение ультразвуковых датчиков возможно лишь над жидким металлом или же непосредственно в нем. Из-за высоких температур плавления металла необходимо использовать волновод для передачи ультразвуковой волны в полость лунки или специальный защитный слой датчика, обладающий высокой теплоемкостью и высокой проницаемостью волн высокой частоты.

Анализ полученных данных позволяет осуществить научно обоснованный подход к выбору материала излучателя ультразвука в зависимости от вида процесса ультразвукового исследования расплава и экономических условий его проведения.

Список информационных источников

1. Альтман М. Б. Плавка и литье алюминиевых сплавов: справ. изд. М. Б. Альтман, А. Д. Андреев, Г. А. Балахонцев. М.: Metallurgy, 1983. 352 с.
2. Баландин Г. Ф. Формирование кристаллического строения отливок Г. Ф. Баландин. М.: Наука, 1973. 352 с.
3. Анализ процесса плавки алюминия и его сплавов в кристаллизаторе с подвижным дном А. В. Хныкин, А. К. Гроо, Е. К. Дехант, Е. А. Вейсов Информатика и системы управления. Вып. 8: Сб. науч. ст. Красноярск: ГУ НИИ информатики и процессов управления, 2002. 171-175.
4. Викторов И. А. Ультразвуковые поверхностные волны в твердых телах И. А. Викторов. М.: Наука, 1981. 288 с.
5. Кикучи Е. Ультразвуковые преобразователи: науч. изд. Е. Кикучи. М.: Наука, 1968. 124 с.
6. Хныкин А. В. Разработка системы сканирования лунки слитка А. В. Хныкин, В. И. Башлыков Оптимизация режимов работы электротехнических систем: межвуз. сб. науч. тр. Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006. 106-110.
7. Эскин Г. И. Metallovedenie i litye legkikh spлавov. Г. И. Эскин, П. Н. Швецов. М.: Metallurgy, 1977. 430 с.
8. Хныкин А. В. Ультразвуковое сканирование как метод повышения эффективности производства алюминия А. В. Хныкин, Е. А. Вейсов Алюминий Сибири 2005: Сб. докл. XI международной конф. Иод ред. И. В. Полякова. Красноярск: ПТЦ «Легкие металлы», 2005. 174-177.
9. Ермолов И. Н. Неразрушающий контроль в 5-ти кн. Кн.
10. Елизаров А. Б. Исследование и разработка новых алгоритмических методов для синтеза трехмерных изображений высокого разрешения в ультразвуке.
11. Золоторевский В. Структура и прочность литых алюминиевых сплавов: Науч. изд. В. Золоторевский. М.: Metallurgy, 1981. 306 с.
12. Калинин В. А. Современные ультразвуковые толщиномеры: науч. изд. В. А. Калинин, А. А. Нраницкий, Л. Б. Цеслер. М.: Машиностроение, 1972. 53 с.

13. Непрерывное литье во вращающееся магнитное поле А. Д. Акименко, Л. Н. Орлов, А. А. Скворцов, Л. Б. Шендеров. М.: Metallurgia, 1971. 177 с.

14. Кажис Р.-И. Ю. Ультразвуковые информационно-измерительные системы Р.-И. Ю. Кажис. Вильнюс: Мокслас, 1986. 224 с.

15. Лебедев В. М. Отливки из алюминиевых сплавов В. М. Лебедев. М.: Машиностроение, 1970. 186 с.

16. Пьезополупроводниковые преобразователи и их применение: науч. изд. А. П. Морозов, В. В. Проклов, Б. А. Станковекин и др. М.: Энергия, 1973. 258 с.

17. Прэйт У. Цифровая обработка изображения в 2-х т. Т. 2: пер. с англ. У. Прэйт. М.: Мир, 1982. 414 с.

18. Graff K. Macrosonics in industry: ultrasonic soldering K. Graff Ultrasonics. 1977. №3. P. 75-81.

ПОИСК КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ОБРАЗЦОВ ПО ДАННЫМ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ СТРУКТУРНЫХ НАРУШЕНИЙ В МАТЕРИАЛАХ

Цыбенков Д-Ц.А., Хорсов Н.Н.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Для специалистов по неразрушающему контролю актуальной задачей по сей день является выявление дефектов в материале, их количество и степень их опасности. Акустические методы являются наиболее широко используемым методом. Однако, принимая во внимание, что чувствительность этих методов по обнаружению дефектов малых размеров невысока, существует необходимость более чувствительного метода контроля, чем акустический метод. Поставленную задачу можно решить с использованием механоэлектрических преобразований. Суть метода заключается в следующем. При возбуждении объекта исследования короткими импульсами в нем возникает бегущая акустическая волна, которая распространяясь по материалу, отражаясь от границ и претерпевая искажения, связанные с его внутренней дефектностью и неоднородностью, воздействует на источники МЭП. На основании анализа результатов измерений и расчетов, выполненных с использованием

математической модели МЭП, в Томском политехническом университете разработана мультисенсорная система измерения для исследования дефектности и напряженно-деформированного состояния для диэлектрических структур. Зарегистрированные в цифровом виде отклики с каждого приемника проходят предварительную обработку. Эти операции позволяют сделать поиск критериев. Моей задачей является поиском критерий оценки напряженно-деформированного состояния образцов.

Макет мультисенсорной системы (рис.1) состоит из преобразователя (1), блока (2) и компьютера (3). Создан действующий макет (прототип) мультисенсорного газоанализатора для контроля и оценки безопасности производства и эксплуатации строительных материалов.



Рис. 1. Мультисенсорная система

Достоверность полученных результатов и выводов обеспечена методически обоснованным комплексом исследований с использованием современных средств измерений, применением математических методов планирования экспериментов и статистической обработкой их результатов, а также опытными испытаниями и их положительным практическим эффектом.

Образец для эксперимента с размерами $60.5 \times 78 \times 87.5 \text{ mm}^3$ был изготовлен из эпоксидной смолы с наполнением в виде песка, содержаще-

го кварц. Его помещали в пресс и подвергали ступенчатому одноосному сжатию. Величина ступеньки составляла примерно 4 МПа. Разрушение образца наступило при нагрузке 85 МПа.

Зарегистрированные в цифровом виде отклики с каждого приемника проходят обработку.

Для оценки возможности выделения ЭМЭ из шума необходимо рассмотреть форму их импульсов.

На рисунке 2 показаны временные приведенные к максимальному значению импульсы ЭМЭ разной амплитуды.

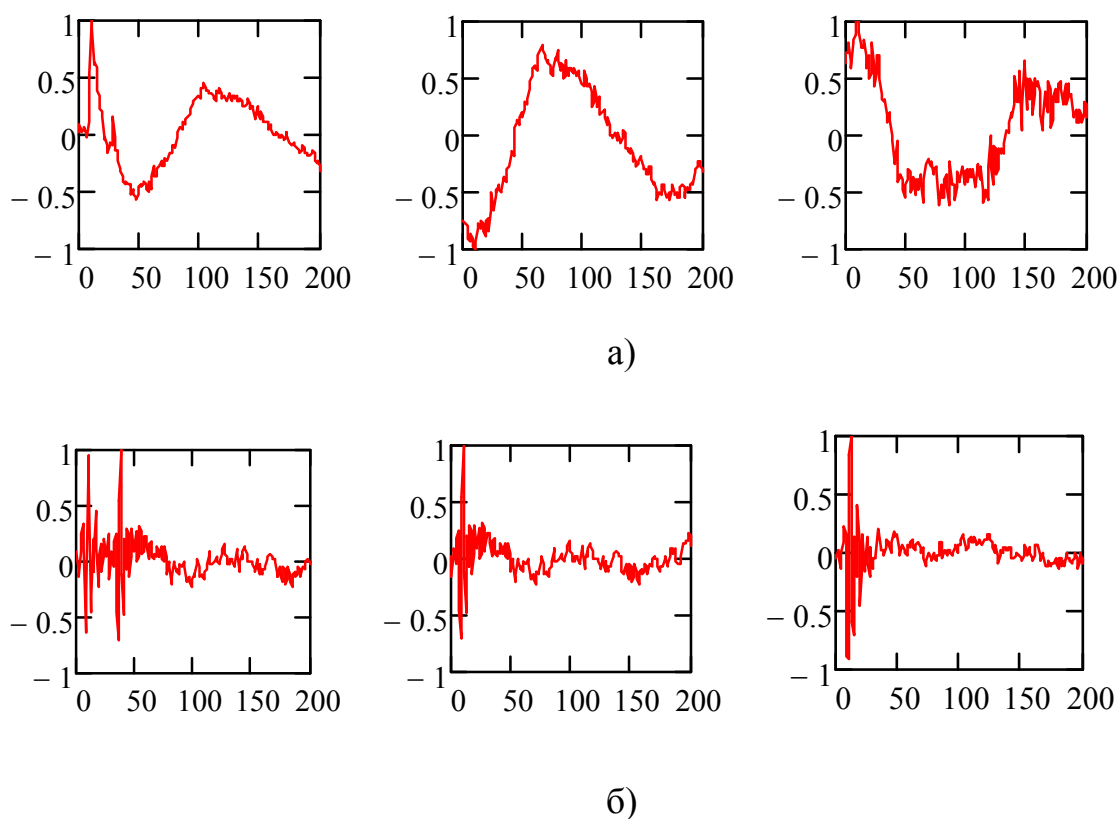


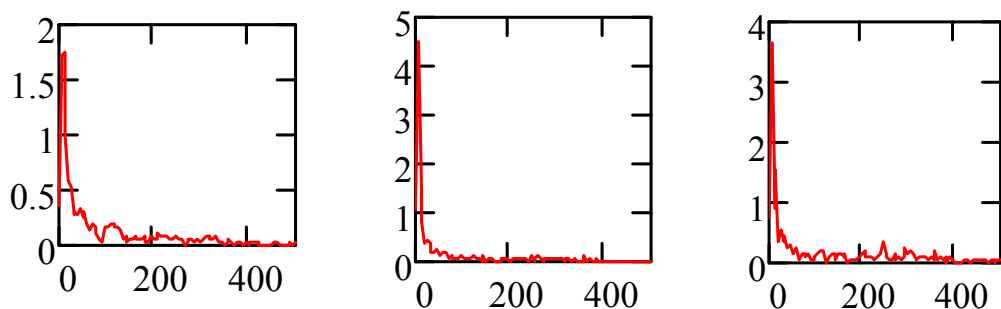
Рис.2. Импульсы ЭМЭ

В результате анализа форм сигналов электромагнитной эмиссии показал следующее: формы сигналов можно разделить на 2 типа.

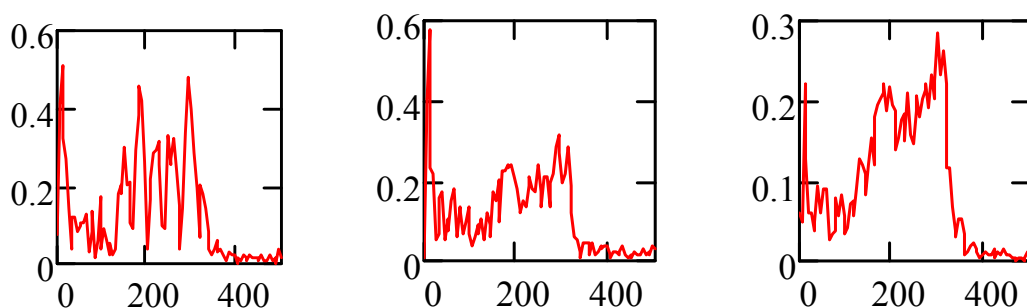
Тип 1 изображен на рисунке 2а: они имеют крутой передний фронт и относительно медленное затухание, которое носит колебательный характер.

Тип 2 представляет собой крутой передний фронт с высокочастотным затуханием (рис. 2б).

Далее представлены спектры временных реализаций, показанных на рис. 3.



а)



б)

Рис. 3. Спектры

Из рисунка 3 видно, что спектры первого типа лежат в области низких частот, а второго типа - в области высоких частот.

Список используемой литературы

1. Суржиков В.П., Хорсов Н.Н. Влияние одноосной нагрузки на пространственно-временные характеристики электромагнитного отклика при акустоэлектрических преобразованиях в диэлектрических образцах // Дефектоскопия. – 2011. – № 10. – С. 50-54.

2. Суржиков В.П., Хорсов Н.Н., Хорсов П.Н. Мультисенсорная система для исследования дефектности диэлектрических материалов по пространственно-временным характеристикам механоэлектрических преобразований // Контроль. Диагностика. – 2011. – № 11. – С. 17-20.

3. Суржиков В.П., Хорсов Н.Н. Влияние объемной дефектности на пространственно-временные характеристики электромагнитного отклика при акустоэлектрических преобразованиях в диэлектрических образцах // Дефектоскопия. – 2012. – № 2.

Секция 3

КАЧЕСТВО ЖИЗНИ И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПРОАКТИВНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ В ОРГАНИЗАЦИИ

Васильева А.Е., Васильева С.С.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

В современных экономических условиях объектом рыночных отношений все чаще становятся не материальные блага, а различные технологии, информация и базы данных. И поэтому возрастает роль знаний в деятельности современных компаний. Так как знания становятся ключевым ресурсом развития организации, то им нужно качественно управлять для достижения высокой эффективности его использования. С этой целью в организациях формируется система управления знаниями (СУЗ).

Целью исследования является анализ СУЗ, функционирующих в современных российских организациях.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить концепцию СУЗ, ее принципы, методы и инструменты.
2. Определить воздействие СУЗ на деятельность организации.
3. Определить основные проблемы внедрения СУЗ в организациях.
4. Ознакомление с мировыми и российскими практиками в сфере управления знаниями.

Объектом исследования является система управления знаниями в организации.

Управление знаниями - плановое или текущее проведение отдельных мероприятий или непрерывное управление процессами для улучшения использования существующих или создания новых индивидуальных или коллективных ресурсов знаний с целью повышения конкурентоспособности предприятия.

Классификация знаний являются одним из первых шагов на пути формирования системы управления знаниями в организации. Для решения этих задач разработан определенный спектр инструментов по управлению знаниями, таких как: таксономия, карты знаний, пакеты знаний.

В целом можно сказать, что управление знаниями – это область, находящаяся на пересечении трех дисциплин:

- 1) Науки об управлении бизнесом, которые с точки зрения управления знаниями отвечают на вопрос, «как создавать добавленную стоимость и обеспечивать конкурентное преимущество на основе знаний?».

Главным объектом управления в данной области является компания как открытая социально-экономическая система.

2) Науки об информации, которые отвечают на вопрос, «как эффективно работать с информацией?». Главным объектом изучения и управления в данной области является информация.

3) Гуманитарные науки, которые отвечают на вопрос, «как обеспечить необходимое поведение сотрудников?». Главным объектом изучения и управления в данной области является человек.

Таким образом, процесс управления знаниями должен идти по трем основным направлениям (рис. 1), которые условно можно определить как:

1) Сотрудники – установление контактов и взаимодействие между людьми, обладающими знаниями;

2) Технологии – развитие технологической инфраструктуры для сохранения опыта и для коммуникаций.

3) Процессы – разработка процедур обмена знаниями, механизма мотивации и привлечения людей к участию в процессе обмена знаниями.



Рис. 1

Практический опыт показывает, что игнорирование одной из составляющих управления знаниями не только не способствует повышению эффективности деятельности компании, но и может привести к негативным последствиям.

Преимуществами при внедрении системы управления знаниями являются:

- сотрудники лучше представляют цели и процессы компании;
- активный обмен информацией способствует улучшению взаимоотношений между сотрудниками;
- сотрудники компании учатся, извлекают уроки из своих и чужих ошибок и используют достижения друг друга;

- информационные сети и средства связи позволяют объединить как отдельных сотрудников, так и целые группы, включая и те, что работают в отдаленных местах.
- сотрудники могут быстрее найти или получить необходимую им информацию;
- улучшается работа с потребителями, поскольку сотрудники получают от них информацию в порядке обратной связи и принимают соответствующие меры;
- использование общих знаний позволяет компании быстрее реагировать на изменение запросов рынка;

Но так же возникают трудности: привлечение сотрудников, которые не понимают смысла внедрения системы; нежелание сотрудников делиться знаниями, так как они не осознают пользу от участия в обмене знаниями; финансовые, ресурсные и в том числе временные ограничения.

Таким образом, применение системы управления знаниями является важной частью для организации, так как умение применять собственные знания становится кардинальным отличием успешных компаний. Иными словами, важным принципом каждой успешной организации должно выступать распространение знаний и управление ими для обеспечения конкурентоспособности, значительного роста и развития.

Таким образом, эффективное управление знаниями в компании позволяет повысить качество, оперативность и эффективность принимаемых в компании решений, обеспечивая этим существенную экономию времени и снижение рисков управления.

Список информационных источников

1. И.Ф. Симонова «Управление знаниями в нефтегазовых компаниях».
2. Узили Букович «Управление знаниями. Руководство к действию».
3. Дж. Харрингтон «Совершенство управления знаниями».
4. ГОСТ Р 54875-2011 «Менеджмент знаний. Руководство по устойчивой практике внедрения системы менеджмента знаний».
5. ГОСТ Р 54146-2010 «Менеджмент знаний. Руководство для малых и средних предприятий».
6. http://window.edu.ru/resource/840/73840/files/SUZ_monogr.pdf
7. <http://www.lukoil.ru/>
8. <http://www.smart-edu.com/upravlenie-znaniyami.html>
9. http://www.elitarium.ru/2006/01/25/preimushhestva_upravljenija_znaniyami.html

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ КАК ВАЖНЫЙ ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Поугарт В.Р., Синебрюхова В.Ю.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования нового поколения (ФГОС 3+) рассматривают самостоятельную работу студентов, как важный способ формирования профессиональной самостоятельности, общекультурных и профессиональных компетенций, готовности к самообразованию и непрерывному обучению в условиях быстрой обновляемости знаний.

С каждым годом увеличивается количество часов учебных планов и рабочих программах дисциплин, которые отводятся на самостоятельную работу бакалавров и магистров.

Существует множество определений понятия самостоятельной работы студентов, в нашем понимании, самостоятельная работа – это вид учебной деятельности, выполняемый студентами без непосредственного контакта с преподавателем и управляемый преподавателем через специальные учебные материалы; это обязательное неотъемлемое звено процесса обучения, которое предусматривает индивидуальную работу студентов в соответствии с планом.

Самостоятельную работу студентов можно разделить на 3 вида: научная, учебная и социальная. Все они между собой взаимосвязаны.

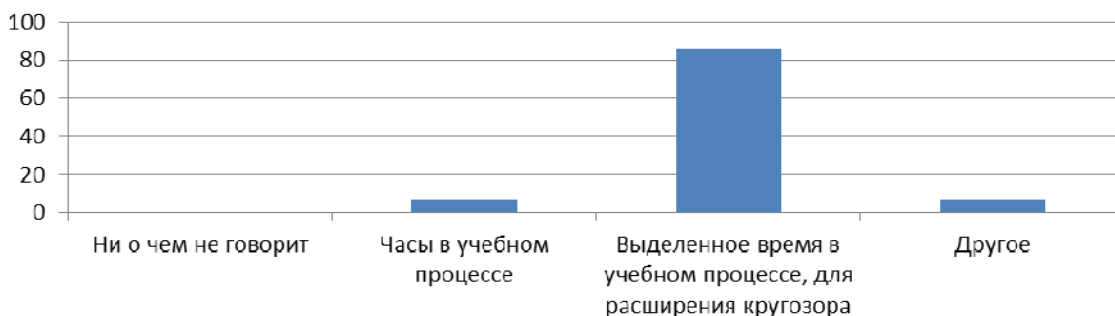
Научная самостоятельная работа заключается в участии студента в научных конференциях, в написании курсовых и выпускных работ.

Эта работа развивает способность владеть культурой мышления, способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения.

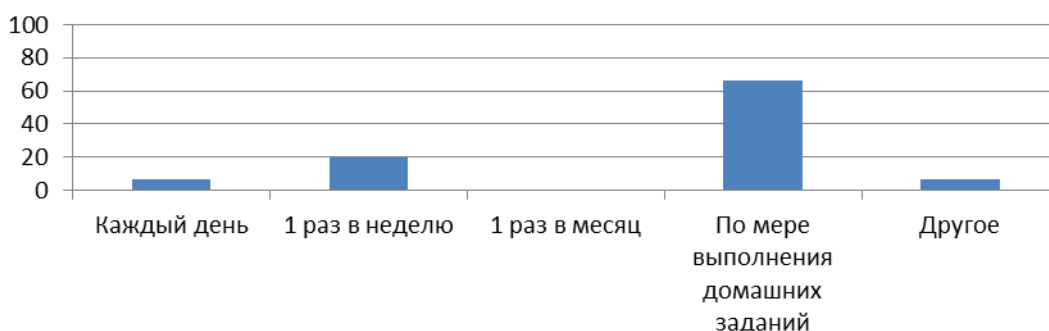
Учебная работа заключается в подготовке к семинарам, выполнении лабораторных и практических занятий, в составлении конспектов подборе литературы. Данный вид деятельности развивает способность применять знание задач своей профессиональной деятельности, их характеристики (модели), характеристики методов, средств, технологий, алгоритмов решения этих задач.

Социальная работа студента - это участие в общественной жизни своего ВУЗа. Она развивает личные качества, необходимые во взаимоотношениях между людьми, такие как: настойчивость, терпимость, сочувствие, умение убеждать, способность к кооперации с коллегами, к работе в коллективе и т. п.

Как Вы понимаете термин «самостоятельная работа студента»?

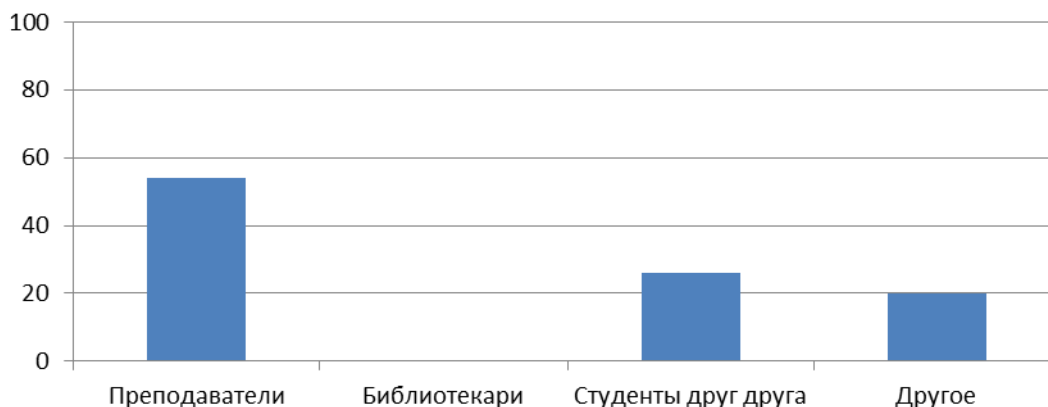


Как часто студенты занимаются самостоятельной работой?



Для того чтобы узнать, как относятся студенты к самостоятельной работе, мы провели анкетирование среди бакалавров 1 – 4 курсов и магистров, обучающихся по направлению 221400 «Управление качеством». На основании обработанных анкет студентов группы 1Г21 можно сделать вывод о том, что самостоятельная работа способствует лучшему освоению учебного материала по дисциплине (так ответили 86% учащихся) и развитию общекультурных и профессиональных компетенций (53% опрошенных).

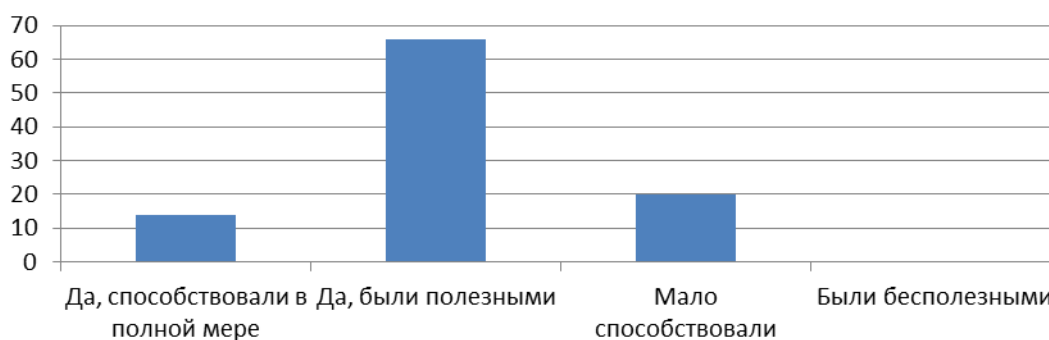
Считаете ли Вы, что самостоятельной работе должны обучать?



Наиболее распространенной формой самостоятельной работы является подготовка домашнего задания, т.к. большинство считает, что эта форма наиболее эффективна (28% ответили именно так).

Ниже представлены диаграммы, на которых можно увидеть результаты анкетирования.

Считаете ли Вы, что выполненные самостоятельно, вне аудитории, задания (ИДЗ, рефераты, доклады, КР) способствовали формированию профессиональных компетенций?



По результатам исследования можно сделать следующие выводы:

1. Активная самостоятельная работа студентов возможна только при наличии серьезной и устойчивой мотивации.
2. Самостоятельная работа формирует у студентов способность к саморазвитию, творческому применению полученных знаний.
3. Сегодня мы участвуем в изменении роли самостоятельной работы для студентов, в её активизации.

РОЛЬ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ

Проничев Е.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

В современных условиях информатизации общества и развития новых технологий перед системой образования стоит задача обеспечения подготовки высококвалифицированных специалистов. В решении данной проблемы огромную роль играют учителя, от которых зависит подготовка образованных, воспитанных выпускников, которые будут раз-

вивать, дополнять и преумножать основы, заложенные учителем, какую бы профессию они ни выбрали. В связи с этим качественная подготовка учителя является одной из приоритетных задач системы педагогического профессионального образования [2].

В системе подготовки будущих учителей педагогическая практика является одной из основных форм их профессионального становления. Овладение педагогической деятельностью и формирование готовности к ней возможны только при взаимопроникновении и взаимообусловленности теоретической и практической подготовки будущего педагога: ни один компонент профессиональных умений и навыков нельзя сформировать лишь в аудиториях.

Во время прохождения педагогической практики студент может определиться, насколько правильно он выбрал для себя сферу деятельности, выяснить степень соотнесенности личностных качеств с будущей профессией. Именно в процессе деятельной и долговременной практики выявляются противоречия между имеющимся и необходимым запасом знаний, что выступает побуждающим фактором непрерывного образования.

Основная цель педагогической практики – приобретение необходимых умений и навыков практической работы по изучаемой специальности. Педагогическая практика выполняет адаптационную, обучающую, воспитывающую, развивающую, диагностическую функции [1]. Продумывая организацию педагогической практики, нужно ориентироваться не только на выполнение программы практики, но, прежде всего, подходить к каждому студенту как к уникальной личности, бережно и осторожно, целенаправленно и последовательно раскрывая в нем сильные личностные и профессиональные стороны, помогая компенсировать слабые.

Таким образом, педагогическая практика играет важную роль в профессиональном становлении будущих педагогов. В процессе практики углубляются, расширяются и укрепляются теоретические знания студентов, формируются их педагогические умения и навыки и профессионально-личностные качества, развиваются педагогическое мышление, творческая активность и самостоятельность. Перед преподавателями и студентами стоит задача максимального использования возможностей педагогической практики в деле совершенствования подготовки будущих педагогов к самостоятельной педагогической деятельности.

Список информационных источников

1. Педагогическая практика в начальной школе / Г.М. Коджаспирова, Л.В. Борикова, Н.И. Бостанджиева и др. – М.: Издательский центр «Академия», 2000. – 272 с.
2. Федеральная целевая программа развития образования на 2011–2015 г.г. [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: http://mon.tatarstan.ru/rus/file/pub/pub_11833.pdf

ВАЖНОСТЬ КОММУНИКАЦИЙ В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Чекарова С.А., Чечет Д.М.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Коммуникации в организационном контексте включают взаимодействие между людьми. Внутренние коммуникации играют особую роль в групповой динамике. Без коммуникаций нет общения, обмена информацией, а без этого не может быть и самой организации. Таким образом, коммуникации выступают как определяющее условие для формирования коллектива и его жизнедеятельности.

Актуальность данной темы обусловлена тем, что коммуникация предоставляет средства для выработки и исполнения решений, осуществления обратной связи и корректировки целей и процедур деятельности организации в соответствии с требованиями ситуации. Поэтому и менеджеры, и исполнители должны понимать основные концепции и способы применения коммуникационных технологий и быть способными принимать важные решения относительно их использования.

Все виды управленческой деятельности основаны на обмене информацией, поэтому коммуникации и называют связующими процессами. Руководителю приходится осмысливать большие объемы информации, среди которой есть информация, не влияющая на процесс управле-

ния. Поэтому в работе делается акцент на эффективность коммуникаций, т. е. обмен информацией, которая оказывает непосредственное влияние на управление организацией.

Внутриорганизационные коммуникации должны обладать рядом характеристик:

- быть ясными и точными;
- прозрачными, а сообщаемые сведения, основанными на достоверных фактах;
- должны вызывать к лучшим интересам людей и помогать бороться с атмосферой недоверия в коллективе.

Коммуникация считается успешной, если получатель информации понимает ее содержание адекватно тому смыслу, который в нее вложил отправитель.

Помимо объективных причин затрудняют коммуникации и субъективные факторы. Например, предвзятые представления людей, отвергающих новые идеи в силу их новизны, кажущейся с первого взгляда сомнительной, или в силу стереотипов. В результате искажается восприятие сообщения и как следствие снижается его результативность, замедляется процесс обратной связи.

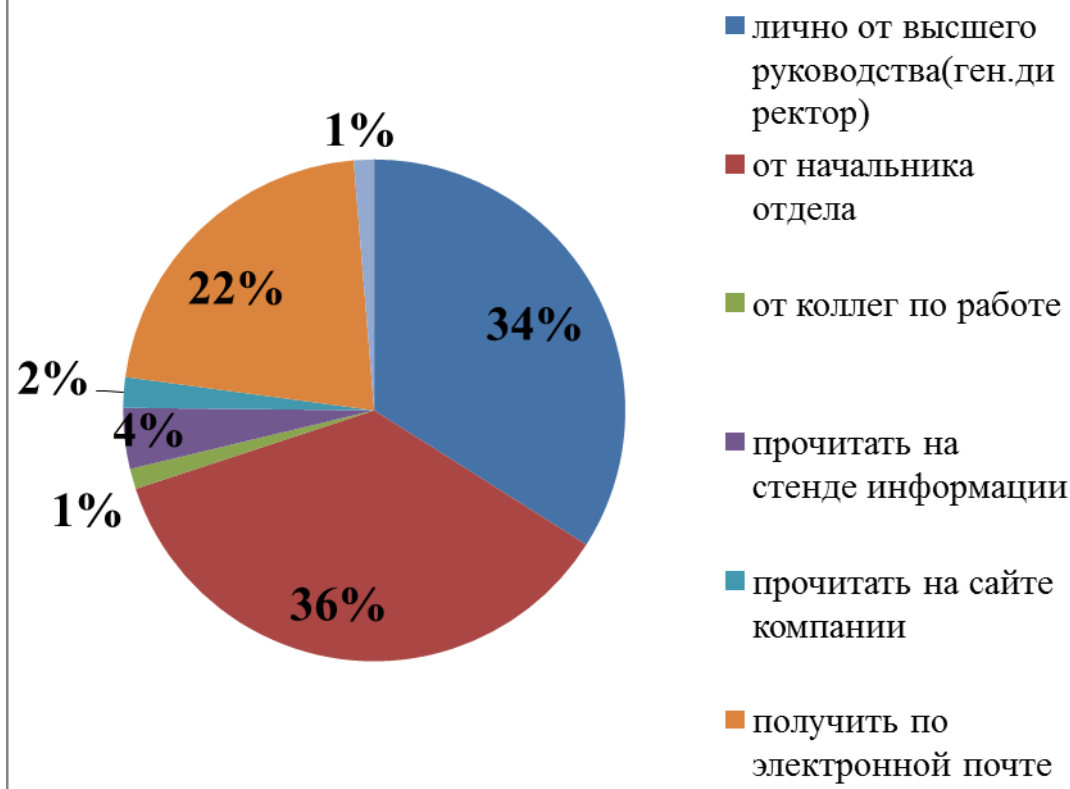
Эффективность коммуникаций может быть различной. По данным зарубежных исследований результативность горизонтальных связей достигает 90%, вертикальных – 20%-25% (такое количество исходящей от руководителей информации доходит до работников и правильно понимается ими). Другими словами, исполнители способны реализовать свои функции, располагая лишь пятой частью предназначенной им информации.

Система управления знаниями

Система управления знаниями (СУЗ) - это система, обеспечивающая коммуникации и взаимодействие людей, направленное на создание и эффективное использование знаний организации. Все эти действия выполняются согласно определенным процедурам и базируются на современных информационно-коммуникационных технологиях, представляющих интранет или экстранет решения.

Мы провели соц. опрос, чтобы выяснить как сотрудники хотели бы получать информацию от руководства. Соц. опрос студентов Томска.

**Вы работаете в организации
среднестатистическим работником.
Как бы вы предпочли получать
информацию от руководителя?**



В ходе научной исследовательской работы был произведен соц. опрос среди студентов города Томска. В опросе проголосовали 153 человека.

Рекомендации по улучшению коммуникации в организации

Для того чтобы наладить коммуникации внутри организации компаниям, необходимо учесть:

1. Профессиональные и социальные группы работников.
2. Средняя продолжительность работы сотрудников в организации.
3. Способ, как наладить организационные коммуникации с «отдаленными» работниками (рядовыми работниками, занимающиеся обслуживанием сторонних лиц).

Для того чтобы это сделать можно применить тестирование отдельных работников, а также оценку фокус-группы, которая предполагает фиксирование деятельности отдельных работников в определенный промежуток времени.

Заключение

Таким образом, формирование данных элементов в рамках подготовки системы эффективной коммуникации в организации обеспечивает эффективную и слаженную работу персонала, способствует повышению лояльности и большой нацеленности на достижение запланированного результата (в рамках концепции маркетинга отношений). Цель коммуникации - добиться от принимающей стороны точного понимания отправленного сообщения.

Список информационных источников

1. Аширов Д. А. Управление персоналом: учеб. пособие для вузов по специальности «Упр. персоналом» / Д. А. Аширов. - М.: Проспект, 2005. – 432 с
2. Верхоглазенко В. Система коммуникаций в организации // Консультант директора. - 2008. - №4. - С. 23-34
3. Громкова, М.Т. Организационное поведение / М.Т. Громкова - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2008. – 387 с.
4. Молл Е.Г. Организационное поведение / Е.Г. Молл. - 4-е изд., перераб. и доп. Изд-во. Дашков и К, 2007. - 203 с.

КОНЦЕПЦИЯ «РИСК – МЕНЕДЖМЕНТ»

Дымова А. Гурских М.

Томский политехнический университет, г. Томск

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

Риск – менеджмент – относительно молодое направление улучшения деятельности организации. Но, несмотря на это, он стремительно набирает темп и по данной тематике уже существуют стандарты, такие как: ISO 31000:2010 Менеджмента риска. Принципы и руководство, ISO 73:2009 Менеджмент рисков. Словарь, AS/NZS 4360:2004 «Риск – менеджмент», объединенный стандарт Австралии и Новой Зеландии и множество других.

Наибольшее развитие концепция получила за рубежом. Крупные компании Европы уже давно внедряют концепцию «риск – менеджмент». Что же касается России, то данная концепция здесь находится на стадии становления.

Риск – менеджмент – это совокупность управленческих решений, направленных на снижение вероятности возникновения неблагоприятного результата и минимизацию возможных потерь в системе экономических отношений. Впервые о концепции риск – менеджмента упоминается в статье, опубликованной в американском журнале в 1956 году. Основная мысль публикаций заключалась в том, что компании в целях сокращения экономических потерь должны использовать специалистов по управлению рисками компании. Особенно интенсивными размышления о риске стали начиная со второй половине 20 века. Для прогнозирования того, как будет вести себя компания в условиях риска, использовались методы математической статистики. В Бизнес - среде риск-менеджмент начал завоевывать популярность в 1970-е годы. В это время зарождались услуги по оказанию консультаций в области оценки риска, причем основной упор делался на влияние факторов экономической нестабильности в той или иной стране.

Существует немало определений понятия риска. Риском можно назвать сочетание объективной возможности и последствий наступления неблагоприятных событий, способных принести ущерб или убыток. В экономической сфере риском называют финансовую категорию. Также ключевыми понятиями в концепции являются: событие риска, вероятность риска, анализ риска, процесс риска.

Основными принципами риск – менеджмента являются 11 принципов, которые приведены в стандарте ISO 31000:2010. Риск – менеджмент:

- создает и защищает ценность;
- является неотъемлемой частью всех организационных процессов;
- является частью процесса принятия решений;
- явным образом связан с неопределенностью;
- является систематическим, структурированным и своевременным;
- основывается на наилучшей доступной информации;
- является адаптируемым;
- учитывает человеческие и культурные факторы;
- является прозрачным и учитывает интересы заинтересованных сторон;
- является динамичным, теративным и реагирующим на изменения;
- способствует постоянному улучшению организации.

Существует большое количество методов, используемых риск – менеджментом. Например: метод Дельфи, контрольные листы, мозговой штурм, анализ эффективности затрат. Все эти методы зафиксированы в стандарте ISO 31010:2011.

Если рассмотреть концепцию «риск – менеджмент» в сравнении с концепцией Всеобщего управления качеством (далее TQM), то можно заметить, что обе концепции направлены на улучшение качества продукции и услуг, и повышают конкурентоспособность предприятия. Однако TQM – концепция, направленная на улучшение всех процессов организации, а риск – менеджмент – концепция, оценивающая риски и предотвращающая неблагоприятные ситуации.

Риск-менеджмент открывает для организации возможность предусмотреть риск проекта, определить его вероятность, разработать стратегию поведения в ситуациях риска, управлять ими и снизить издержки на страхование. Концепция помогает экономить ресурсы и способствует росту деловой репутации.

Ограничением концепции является то, что невозможно предусмотреть абсолютно все риски. Также рискованная ситуация не всегда может привести к потере средств. Существует вероятность, что риск может привести к успеху и выигрышу проекта.

Оценка рисков – необходимый процесс в современной экономике. Риск является финансовой категорией, и игнорирование учетов риска компанией может привести к потере прибыли, конкурентоспособности и как итог – к банкротству.

Список информационных источников:

1. Wikipedia [Официальный сайт]. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Управление_рисками (дата обращения: 25.09.2014).

2. ISO 31000:2010 Менеджмент риска. Принципы и руководство.

3. Макарова Н.Н. Риск – менеджмент (методология управления рисками в организации): учебное пособие /– Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 88 с.

4. Корпоративный менеджмент [Официальный сайт] Режим доступа: http://www.cfin.ru/finanalysis/risk/main_meths.shtml (дата обращения: 20.09.2014).

КОНЦЕПЦИЯ «БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО» НА ФОНЕ МНОГООБРАЗИЯ ПОДХОДОВ К ОРГАНИЗАЦИИ ЭФФЕКТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Костина В., Никольская Ю.

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

Российские компании проявляют все более глубокий интерес к лучшим мировым практикам в области технологий управления предприятием и активно ищут пути построения эффективных производственных систем с целью повышения конкурентоспособности. При кажущемся обилии бизнес-концепций в мире существует не так уж много систем производственного менеджмента, которые предлагают реальные методики повышения эффективности производства. Одна из таких систем, относительно недавно оформившаяся в своем современном виде, но уже получившая широкое признание по всему миру – концепция Lean production, в русской версии перевода «Бережливое производство», в рабочем обиходе используется также название Лин, TPS/Лин – последнее от имени родоначальницы этой концепции – производственной системы компании Toyota (Toyota Production System). Сегодня практически во всех отраслях в передовых странах концепция Бережливого производства является признанной стратегией индустриального развития и завоевания лидерских позиций на рынке.

Бережливое производство (англ. Lean production, Lean manufacturing от lean – «тощий, стройный», также встречаются варианты перевода – «стройное, щадящее, рачительное», встречается вариант с транслитерацией – «лин») – концепция управления производственным предприятием, основанная на постоянном стремлении к улучшению всех видов потерь. Бережливое производство предполагает вовлечение в процесс оптимизации бизнеса каждого сотрудника и максимальную ориентацию на оптимизацию потребителя.

Вопрос о соотношении концепции «Бережливое производство» с другими известными системами производственного менеджмента поднимается регулярно. Базовые принципы управления, от которых отталкиваются рассматриваемые концепции, во многом совпадают. Все концепции появились и формировались приблизительно в один и тот же период времени, но в разных уголках планеты. Безусловно, каждая система управления базируется на собственных «ключевых» понятиях: в

6 сигм – это среднеквадратичное отклонение (сигма) и ключевые показатели эффективности, в бережливом производстве (далее БД) – потери (Muda), в системе 20 ключей – ключ, в управлении рисками, по аналогии, понятие «риск», в теории ограничений – узкое место (ограничение), ну и в системе менеджмента качества само понятие СМК (на основе стандарта).

Главным принципом всех рассмотренных теорий является постоянное улучшение. Непрерывному совершенствованию должно подвергаться все: люди, процессы, система. Большинство концепций отмечают важную роль руководства в деятельности организации и необходимость вовлечения в процесс ее функционирования рабочего персонала, поскольку сотрудники – это основа, фундамент любого предприятия. 6 сигм, теория ограничений, БП и СМК на основе ISO 9001:2008 выделяют в качестве основного из постулатов – проявление интереса к клиенту и стремление к удовлетворению его потребностей. Принятие решений на основе достоверных данных и фактов является определяющим принципом для системы 6 сигм, БП и СМК. Сторонники концепций 6 сигм и СМК уделяют большое внимание понятию «процесс», используют метод процессного подхода.

Первостепенным моментом сравнительного анализа является обращение к классическим определениям каждой из концепций. Просмотрев различные литературные источники, можно сделать вывод о том, что все теории имеют схожую цель: повышение эффективности деятельности предприятия. Различие проявляется в том, каким образом эту эффективность достичь.

Ниже приводятся преимущества концепции «Бережливое производство»:

- Сокращение времени выполнения заказов на 90% (время цикла).
- Повышение производительности труда на 30-50%.
- Сокращение запасов незавершенного производства на 80%.
- Повышение качества на 50-80%.
- Сокращение занимаемых площадей на 30-75%.
- Сокращение числа ошибок при обработке заказов.
- Оптимизация работы при обслуживании клиентов.
- Сокращение времени переналадки в 2-4 раза.
- Сокращение оборачиваемости оборотных средств на 70-80%.
- Сокращение потребности в кадрах.
- Сокращение износа оборудования и затрат на восстановление.
- Повышение уровня оплаты труда.
- Сокращение количества отходов в 2-3 раза.

Можно утверждать, что внедрение бережливого производства позволяет создать эффективную организацию. Для неизменного объема выпуска продукции при использовании системы бережливого производства, как правило, требуется в два раза меньше затрат труда, производственных площадей и капиталовложений, в несколько раз меньше времени на разработку новой продукции и выполнение заказов, продукция производится партиями меньшего размера, снижается процент дефектов и объемы запасов. В целом использование бережливого производства дает значительный эффект, а основное преимущество концепции в том, что система на 80% состоит из организационных мер и только 20% составляют инвестиции.

Список информационных источников

1. Миллер, Уильям / Все, что нужно знать о производстве, я узнал в гараже Джо. Просто и доступно об управлении качеством : пер. с англ. / У. Миллер, В. Шенк. – Москва: Альпина Бизнес Букс, 2009. – 139 с.: ил.. – ISBN 978-5-9614-0848-5.

2. Иван Котов. Современные концепции управления производством: Lean production (Бережливое производство) // Автоматизация производства, №4, 2007.

3. Межрегиональная общественная организация "Союз Бережливых". [Официальный сайт]. Режим доступа: <http://leanunion.ru/content/issledovaniya-po-berezhlivomu-menedzhmentu> (дата обращения: 23.12.2014).

4. Вэйдер, М. / Инструменты бережливого производства : минирук по внедрению методик бережливого производства / Майкл Вэйдер ; пер. с англ. [А. Баранов, Э. Башкардин]. – 2-е изд. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2006. – 124 с.

Секция 4

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ

АНАЛИЗ РИСКОВ ПРОЦЕССА ЭКСПЕРТНЫМ МЕТОДОМ

Родионова М.А.

Томский политехнический университет

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

Управление рисками на сегодняшний день является ключевым аспектом в деятельности любой организации, функционирующей в рыночной экономике. Это связано с тем, что фактор риска возникает в различных сферах деятельности и своевременное выявление, анализ и принятие соответствующего решения о способе управления тем или иным риском, позволяет организации избежать кризисных явлений и тем самым является как защитным механизмом, так и фактором успеха компании. В связи с этим, вопрос организации на предприятии деятельности по управлению рисками становится одним из наиболее актуальных и требующих особого внимания [1].

Данная тема так же имеет особую актуальность в связи с ближайшим событием – выходом нового стандарта ISO 9001-2015, в котором особое внимание будет уделяться тому, как организация управляет своими рисками [2].

Риск – это следствие влияния неопределенности на достижение поставленных целей [3].

Процесс риск – менеджмента осуществляется по рисунку 1.

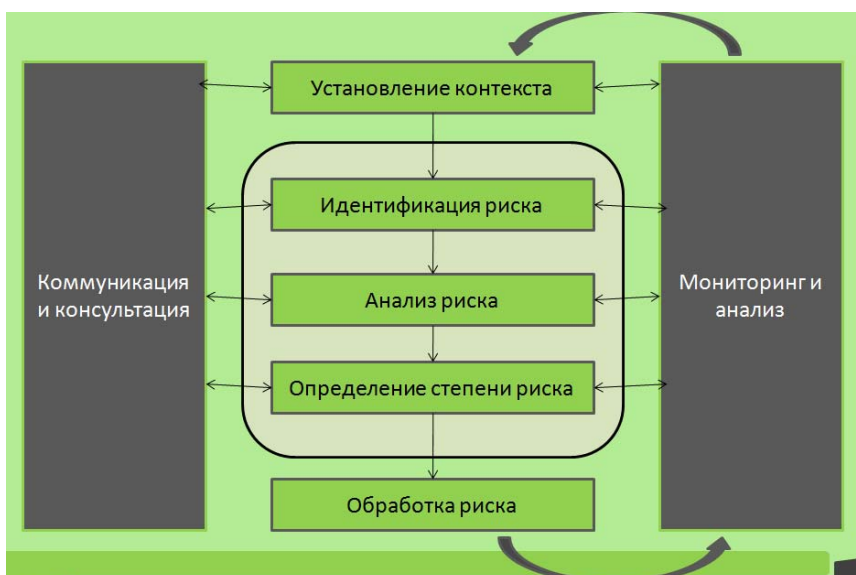


Рисунок 1. Схема процесса менеджмента риска

На стадии оценки рисков основным является правильный выбор метода оценки. При выборе метода оценки риска необходимо учитывать, что метод должен:

- соответствовать рассматриваемой ситуации и организации;
- предоставлять результаты в форме, способствующей повышению осведомленности о виде риска и способах его обработки;
- обеспечивать прослеживаемость, воспроизводимость и верификацию процесса и результатов.

Факторами, влияющими на выбор метода оценки риска, являются [4]:

- сложность проблемы и методов, необходимых для анализа риска;
- характер и степень неопределенности оценки риска, основанной на доступной информации и соответствии целям,
- необходимые ресурсы: временные, информационные и др.;
- возможность получения количественных оценок выходных данных.

Примеры методов оценки риска приведены в стандарте ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010–2011.

Если процесс не нуждается в количественной оценке, целесообразнее выбрать в качестве метода идентификации и анализа риска - метод экспертной оценки.

Достоинствами экспертного анализа рисков являются: отсутствие необходимости в точных исходных данных и дорогостоящих программных средствах, возможность проводить оценку до расчета эффективности проекта, а также простота расчетов [5].

К основным недостаткам данного метода следует отнести: трудность в привлечении независимых экспертов и субъективность оценок.

Рассмотрим поэтапно пример реализации метода экспертных оценок.

1. Для выявления рисков процесса, в начале, необходимо определить цели исследуемого процесса и критерии его результативности.

2. После происходит идентификация рисков по целям процесса. Результаты фиксируются в таблицу 1.

Таблица 1. Идентификация рисков

| Цель | Опасное событие | Действия | Условия | Риски |
|----------------------|--|---|---|------------------------|
| <i>Цель процесса</i> | <i>Событие, которое может спровоцировать риски</i> | <i>Действия при выполнении процесса</i> | <i>«Идеальные» условия для не возникновения риска</i> | <i>Возможные риски</i> |

3. Идентифицировав риски необходимо описать их по таблице 2.

Таблица 2. Описание риска

| Описание риска | Причины | Последствия |
|---|-------------------------------------|---|
| <i>Возможные риски в соответствии с табл. 1</i> | <i>Причины возникновения рисков</i> | <i>Последствия, которые могут произойти при возникновении риска</i> |

4. Производится оценка риска по таблице 3.

Таблица 3. Оценка рисков

| Вероятность возникновения | Уровень ущерба | Уровень риска |
|--|--|--|
| <i>Вероятность возникновения риска</i> | <i>Уровень причиненного ущерба организации при возникновении риска</i> | <i>Произведение вероятности возникновения и уровня ущерба.</i> |

Уровень вероятности и ущерба определяется по таблице 4, а уровень риска определяет срочность необходимых действий по ликвидации риска по таблице 5.

Таблица 4

| Вероятность | | Уровень ущерба | | | | |
|---------------------|---|----------------|--------|---------|--------------|------------------|
| | | Несущественный | Низкий | Средний | Существенный | Катастрофический |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Весьма вероятно | 5 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| Вероятно | 4 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 |
| Возможно | 3 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |
| Маловероятно | 2 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| Крайне маловероятно | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Таблица 5

| Уровень риска | Полномочия по утверждению риска | Необходимые действия |
|---------------|------------------------------------|--|
| Критический | Совет директоров | Незамедлительные действия. Разработка мероприятий по минимизации риска. |
| Высокий | Руководство компании | |
| Средний | Заместители генерального директора | В случае экономической целесообразности разработка мероприятий по снижению риска. Периодический мониторинг уровня риска. |
| Низкий | Утверждение риска не обязательно | Периодический мониторинг уровня риска. |

5. Описываются необходимые действия и ресурсы для минимизации рисков (таблица 6).

Таблица 6. Минимизация рисков

| Мероприятия по снижению риска | Требуемые ресурсы | Ответственный |
|---|--|---|
| <i>Перечень мероприятия, которые можно провести для ликвидации рисков</i> | <i>Затраченные ресурсы при проведении мероприятий по снижению рисков</i> | <i>Ответственные за данный процесс минимизации рисков</i> |

6. На завершающем этапе управления рисками проводится мониторинг и анализ повторного возникновения риска (табл. 7).

Таблица 7. Мониторинг рисков

| Индикатор для мониторинга | Периодичность | Записи | Ответственный |
|---|----------------------------------|---|--|
| <i>Действия, информация или данные для оценки эффективности мероприятия по снижению рисков.</i> | <i>Периодичность мониторинга</i> | <i>Где фиксируются результаты мониторинга</i> | <i>Ответственный за процесс мониторинга проведенных мероприятий по снижению рисков</i> |

В заключении можно сказать, что способность эффективно влиять на риски дает возможность успешно функционировать организации, иметь финансовую устойчивость, высокую конкурентоспособность и стабильную прибыль.

Руководитель организации не должен избегать встречи с неизбежным риском, а должен стремиться предвидеть его и снизить до возможно приемлемого уровня.

Список информационных источников

1.Солонинова Т.Г. Управление рисками в системе менеджмента качества организации: теоретические аспекты интеграции и внедрение на основе международных стандартов [электронный ресурс]- URL: http://sisupr.mrsu.ru/2013-3/PDF/solonikova_t_g_statya.pdf

2.Оскар Комбс. Мудрый стандарт ISO 9001:2015/Управление качеством №10 – 2014 г.

3.ГОСТ Р 51897-2011/Руководство ИСО 73:2009. Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент риска. Термины и определения - М.: Стандартинформ, 2012

4.ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент риска. Методы оценки риска - М.: Стандартинформ, 2012

5.Экспертный анализ рисков [электронный ресурс]- URL: <http://www.risk24.ru/analizexpert.htm>

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТА ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА

Сабитова Ж.К.

Томский политехнический университет

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

Важнейшей составляющей образовательного процесса в техническом вузе является формирование у студента экологической ответственности как формы взглядов, знаний, умений направленных в будущей профессиональной деятельности на осознание моральной ответственности за состояние окружающей среды [1].

Приобрела значение осознанность мотивации экологической составляющей в решении профессиональных проблем. В связи с этим актуально формирование у студентов технического вуза экологической компетентности, т. е. владением специалистом системой знаний, взглядов, убеждений, соответствующей компетенцией, включающей его личностное отношение к ней и направленное на осознание своей моральной ответственности за состоянием окружающей среды во всех видах профессиональной деятельности.

Авторы Емец Е.В. и Михайлова Н.Н. считают наиболее результативными принципами для формирования экологической компетентности у студентов теоретическую базу, включающую:

- интенсификацию процесса обучения экологии;
- диагностическую составляющую;
- содержание учебной дисциплины на основе принципов: системности, непрерывности и интеграции экологических знаний.

Дидактический комплекс, реализуемый на основе непрерывности экологического образования, по мнению авторов, может быть представлен следующим образом:

1. Начальное экологическое образование, направленное на природоохранную ориентацию студентов. Экологическая составляющая

включена также в блок гуманитарных, естественно- научных, социально- экономических, общепрофессиональных дисциплин.

2. Ведущий компонент экологического образования основан на изучении курса «Экология», главной целью которого является формирование и развитие экологического мышления.

3. Углубление экологических знаний в рамках прикладных экологических спецкурсов и практикумов, экологизация других дисциплин.

4. Закрепление экологических знаний во время учебно- производственных практик и научно-исследовательской работы [2].

На наш взгляд, данный дидактический комплекс является показательным и решает задачи экологического образования и формирует экологическую компетентность на протяжении всего обучения студента в техническом вузе.

Изучив учебный план направления 221400 «Управление качеством» выяснилось, что экологическая составляющая в блоке общих дисциплин присутствует и основная ее часть приходится на 2, 4 и 5 семестр обучения. Представим в виде рисунка 1 динамику изучения студентами технического вуза дисциплин «Экология» и «Безопасность жизнедеятельности» в течение восьми семестров.



Рисунок 1. Динамика изучения дисциплин «Экология» и «Безопасность жизнедеятельности» в 2011-2014 гг.

Наибольшее количество часов на изучение одной из экологических дисциплин приходится на 4 семестр (2 курс) обучения студентов технического вуза.

Основной целью образования по дисциплине «Экология» и «Безопасность жизнедеятельности» является формирование у студентов экологического мировоззрения и умения использовать экологические законы и принципы для принятия проектных решений в своей профессиональной деятельности.

Однако необходимо, чтобы формированием экологического сознания сопровождалось изучение большей части дисциплин на протяжении всего обучения. Необходима экологизация всех дисциплин.

Выбрав несколько дисциплин из учебного плана специальности 221400 «Управление качеством», степень бакалавр, и рассмотрев их содержание, было выявлено наличие экологической составляющей (табл. 1).

Таблица 1

| Составляющая рабочей программы | Философия | Методы и средства измерений испытаний и контроля | Технология и организация производства, продукции и услуг | Экономика предприятия |
|--------------------------------|--|---|--|---|
| Цели | | Выбирать и использовать на основе базовых и специальных знаний необходимое оборудование, инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических , социальных и других ограничений. | | |
| Результаты | Умеет использовать понятийный аппарат философии для решения профессиональных задач, готовность принимать нравственные обязанности по отношению к окружающей природе, обществу, другим людям и самому себе; | Способность применять современные базовые и специальные естественнонаучные, математические и инженерные знания для разработки, производства, отладки, настройки и аттестации средств приборостроения с использованием существующих и новых технологий, и учитывать в своей деятельности экономические, экологические аспекты и вопросы энергосбережения. | Особенности создания экологически безопасных производств и ресурсосберегающих технологий; | Умеет выполнять инновационные проекты с применением глубоких профессиональных знаний и эффективных методов проектирования для достижения результатов, обеспечивающих конкурентные преимущества в условиях экономических, экологических , социальных и др. ограничений. |

| | | | | |
|-------------|--|---|--|--|
| Компетенции | | Выполнять комплексные инженерные проекты с применением базовых и специальных знаний, современных методов проектирования для достижения оптимальных результатов, соответствующих техническому заданию с учетом экономических, экологических , социальных и др. ограничений. | | |
|-------------|--|---|--|--|

Как видно из таблицы 1, экологическая составляющая присутствует в рабочей программе в составе: целей, результатов освоения дисциплины, формируемых в ходе обучения компетенций.

Далее следует анализ экологической составляющей учебного плана по направлению 200100 Приборостроение. За основу были взяты четыре дисциплины, преподаваемые на протяжении всех четырех лет обучения студентов технического вуза. На рисунке 2 проиллюстрировано наличие в них экологической составляющей.



Рисунок 2. Экологическая составляющая в ракурсе всего обучения.

Большее количество экологического компонента в составе рабочих программ пришлось на 2014 год. Однако, исходя из содержания рабочих программ, экологизация дисциплин обошла стороной некоторые

из них, это свидетельствует о том, что не уделяется должного внимания на формирование экологической компетентности в ходе обучения в вузе.

Ведь, как утверждал Н. М. Мамедов, экологизация системы образования - это характеристика тенденции проникновения экологических идей, понятий, принципов, переходов в другие дисциплины, а также подготовка экологически грамотных специалистов самого различного профиля.

Именно в наши дни требуется экологизация вообще всей системы образования и воспитания. Финальная цель данной трансформации - проникновение современных экологических идей и ценностей во все сферы общества, его экологизация. Ибо только так, через экологизацию всей общественной жизни, можно спасти человечество от экологической катастрофы [3].

Список информационных источников

1. Зверев И.Д. Формирование ответственного отношения к природе // Советская педагогика. - 1983. - № 12. - С. 12-19.

2. Емец Е.В., Михайлова Н.Н. Дидактический комплекс формирования экологической ответственности студентов технического вуза [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.rae.ru/fs/?section=content&op=showarticle&article_id=7982151.

3. Мамедов Н.М. Культура, экология, образование. - М.: Изд-во РЭФИА, 1996.-51с.

СТРАТЕГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ В ИНЖИНИРИНГОВЫХ КОМПАНИЯХ

Самойлова С.А.

Томский политехнический университет

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

В современном мире большинство российских инжиниринговых компаний работают в быстро меняющемся и трудно предсказуемом окружении. В связи со спецификой направленности деятельности и большим количеством иностранных компаний в этой сфере таким компаниям сложно реагировать на происходящие перемены, поэтому появилась необходимость в сознательном управлении изменений при помощи научно обоснованной процедуры их предвидения, регулирования, приспособление к изменяющимся внешним факторам.

Современным инструментом управления развитием организации в условиях нарастающих изменений во внешней среде и, связанной с этим, неопределенности является методология стратегического управления.

Процедура разработки стратегии, основанной на видении, миссии и цели, заключается в определении самих указанных характеристик организации в будущем; умозрительном переносе разработчика в то состояние организации, которое соответствует этим характеристикам; проецировании указанного состояния на реальную среду с тем, чтобы определить действия, ведущие к идеальному результату. Однако после того как сформулированы видение, миссия и цели, переходить к разработке стратегии преждевременно. Стратегия не может быть оторванной от конкретной организации и ее реального состояния. Необходимо провести значительную аналитическую работу по выявлению сильных и слабых сторон организации, возможностей и угроз, которые открывает для нее внешняя среда; по исследованию проблемного поля и анализу действующей в организации стратегии.

В инжиниринговых компаниях при составлении стратегического плана прежде всего следует обозначить экономические, политические, научно-технические, социальные и другие факторы, оказывающие влияние на будущее организации. Один из возможных вариантов для этого является SWOT-анализ. На примере одной из инжиниринговых компаний можно предложить такой вариант (см. табл. 1).

Таблица 1

| Внутренняя среда | Сильные стороны | Слабые стороны |
|-------------------------|--|--|
| | Известность компании. | Физический износ оборудования, быстрая смена технических продуктов |
| | Разработка системы под запросы заказчика. | Отсутствие постоянного повышения квалификации работников. |
| | Индивидуальный подход к каждому клиенту | Отсутствие четкого стратегического видения |
| | Разработка новых технологий | Внутренние оперативные проблемы |
| | Установка и обслуживание всех реализованных проектов | |
| | Собственный НИИ и завод по изготовлению продукции | |
| | Присутствие АСУ ТП | |

| | Возможности | Угрозы |
|----------------------|---|-------------------------------------|
| Внешняя среда | Проникновение на новые рынки или сегменты | Появление новых конкурентов |
| | Возможность интеграции и дезинтеграции | Недобросовенность поставщиков |
| | Изменение рекламных технологий | Общее кризисное состояние экономики |
| | Расширение ассортимента продукции | Ужесточение условий поставки сырья |

На стратегию так же большое влияние оказывают процессы управления. Управление - это интегрированный процесс планирования, организации, координации, мотивации и контроля, необходимый для достижения целей организации. Для реализации всех функций процессов управления необходимо получать данные по основным и вспомогательным процессам компании. Для получения этих данных в инжиниринговых компаниях можно регламентировать несколько видов внутреннего аудита (Аудит по исполнению регламента, Аудит по выполнению договора, Аудит технических систем итд.). Полученные данные помогут выявить замечания и несоответствия в ходе реализации процесса, разработать к ним корректирующие действия и создать план предупреждающих действий. Отчет по полученным данным, переданный руководству, покажет действующую картину работы предприятия. С его помощью руководство компании может проанализировать данную ситуацию, выявить ключевые моменты и проблемы предприятия. Это поможет скорректировать стратегический план в том случае, если этого настоятельно требуют вновь возникшие обстоятельства.

Введение в инжиниринговую компанию методологии стратегического управления даст возможность отказаться от неперспективных направлений развития, не дожидаясь неудовлетворительного результата, не пытаться угнаться за конкурентами, а самому первым занять перспективную нишу, уметь увидеть в наступающих переменах не проблемы, а новые возможности.

Список информационных источников

1. Арутюнова Д.В. Стратегический менеджмент. Учебное пособие. Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. 122 с
2. Е.Г. Непомнящий. Планирование на предприятии. Конспект лекций. Таганрог: ТИУиЭ, 2011.
3. <http://www.stplan.ru/articles/theory/stanaliz.htm>

САМООЦЕНКА РЕГИОНАЛЬНОГО ЦЕНТРА В СООТВЕТСТВИИ С ГОСТ Р ИСО 9004-2010

Семенова Е.А.

Томский политехнический университет

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

Самооценка организации является всесторонним и систематическим анализом деятельности организации и результатов по отношению к системе менеджмента качества или модели совершенства (модели премии по качеству) [1].

Самооценка может дать общее представление о деятельности организации и степени развития системы менеджмента качества. Она может также помочь определить организации области, нуждающиеся в улучшении, и приоритеты.

Цель самооценки заключается в предоставлении организации рекомендаций, основанных на фактах, касающихся областей применения ресурсов для улучшения ее деятельности [2].

Процесс самооценки позволяет организации лучше осознать свои сильные стороны и определить те из областей своей деятельности, совершенствование которых может привести к продвижению в бизнесе. Результатом самооценки является целенаправленное планирование мероприятий, строгое выполнение которых приводит к достижению прогресса.

Сама по себе процедура самооценки не приводит к позитивным изменениям. Самооценка обеспечивает «моментальный» снимок ситуации, сложившейся в организации, представленный в виде списка сильных сторон и областей деятельности, требующих совершенствования [3]. Однако никаких изменений в деятельности организации не произойдет, если по результатам самооценки не будут предприняты соответствующие действия.

Для того чтобы гарантировать практическую реализацию плана мероприятий, сформированных по результатам самооценки, необходимо включить его в рамки традиционного планирования деятельности, осуществляемого в данной организации.

Применение самооценки обычно начинается на уровне подразделения, причем вначале осуществляется пробная самооценка. Значительно позднее самооценка применяется на уровне более крупных подразделений или на уровне всей организации.

В настоящее время существует много моделей самооценки организаций по критериям системы менеджмента качества. Модели премий по качеству, а также другие модели самооценки имеют широкий диапазон детальных критериев по оценке деятельности систем менеджмента. Какая бы модель не использовалась, целью проведения самооценки является непрерывное совершенствование деятельности организации.

Невозможно разработать какой-то единственный метод и успешно применять его на всех уровнях и для всех организаций. Каждой организации придется разрабатывать свой метод, учитывающий имеющиеся возможности и потребности [4]. Также различные методы самооценки могут использоваться на различных уровнях организации.

Методика самооценки, приведенная в стандарте ГОСТ Р ИСО 9004-2010, основана на указаниях, содержащихся в стандарте, и включает отдельные таблицы самооценки для ключевых элементов и деталей.

Особенности метода самооценки по ГОСТ Р ИСО 9004-2010 таковы, что он может:

- применяться ко всей системе менеджмента качества или ее части, или к любому процессу;
- применяться к организации в целом или ее части;
- быть быстро осуществлен внутренними средствами;
- быть осуществлен многопрофильной группой или одним работником организации при поддержке высшего руководства;
- сформировать входные данные для более всестороннего процесса самооценки системы менеджмента;
- определить и облегчить расстановку приоритетов возможностей для улучшения;
- способствовать развитию системы менеджмента качества в направлении уровня мирового класса [2].

Метод оценки, изложенный в стандарте ИСО 9004-2010, предназначен для оценивания уровней развития системы менеджмента качества по каждому основному разделу стандарта (посредством балльной шкалы от 1 до 5):

- уровень 1 – нет формализованного подхода (систематический подход к проблемам отсутствует, нет результатов или они слабые),
- уровень 2 – подход, основанный на реакции на проблемы (наличие минимальных данных о результатах улучшения),
- уровень 3 – устоявшийся формализованный системный подход (системный процессный подход, систематические улучшения на ранней стадии),

- уровень 4 – акцент на постоянное улучшение (хорошие результаты и устойчивые тенденции улучшения),
- уровень 5 – лучшие показатели в классе деятельности (сильно интегрированный процесс улучшения) [1].

В стандарте ГОСТ Р ИСО 9004 приведены типичные вопросы для самооценки в соответствии с разделами стандарта. Каждой организации предлагается разработать свой список вопросов, которые соответствуют ее потребностям.

Поэтапная методика проведения организацией самооценки в соответствии с данным стандартом состоит:

- a) в определении области самооценки с точки зрения оцениваемых частей организации и типа оценки,
- b) в определении ответственного за самооценку и сроков ее проведения;
- c) в определении порядка проведения самооценки – либо группой, либо отдельными исполнителями;
- d) в определении уровня зрелости по каждому отдельному процессу организации. Текущий уровень зрелости считается наивысшим достигнутым уровнем зрелости без каких-либо предшествующих расхождений;
- e) в обобщении результатов в отчете;
- f) в оценке текущей эффективности процессов организации и выявлении участков, требующих совершенствования и (или) нововведений [1].

Организация может характеризоваться разными уровнями зрелости по каждому из элементов. Анализ расхождений может помочь высшему руководству в планировании и определении первоочередных мер по улучшению и (или) инновационных инициатив, необходимых для перевода отдельных элементов на более высокий уровень.

По результатам проведения самооценки должен быть составлен план улучшений и (или) инноваций, который будет использован в качестве исходной информации при проведении планирования и анализа со стороны высшего руководства на основе элементов данного стандарта [5].

Область самооценки Регионального центра аттестации, контроля и диагностики была определена на уровне Независимого органа по аттестации персонала неразрушающего контроля. Зафиксированные и обобщенные результаты самооценки Регионального центра аттестации, контроля и диагностики на уровне Независимого органа по аттестации персонала неразрушающего контроля отражены в диаграмме (рис. 1):

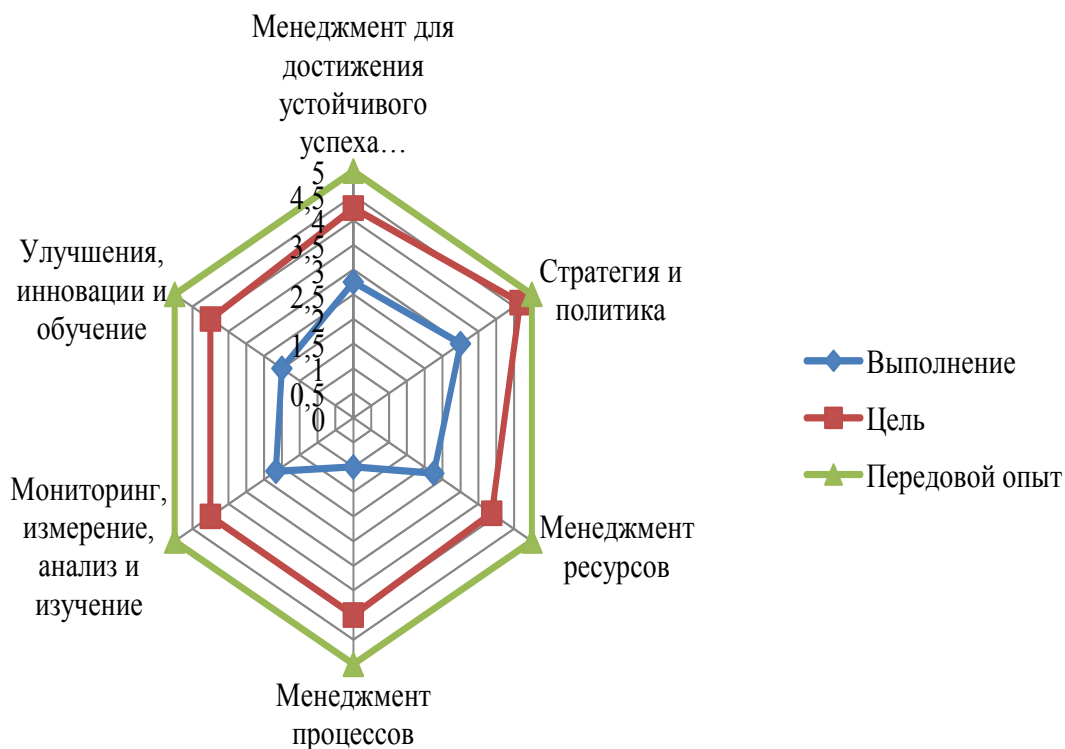


Рис. 1. Иллюстрация результатов самооценки

Высшим руководством была проведена самооценка ключевых элементов, а группой исполнителей определен текущий уровень зрелости по каждому отдельному процессу данного подразделения, основываясь на следующих разделах стандарта:

- менеджмент для достижения устойчивого успеха организации;
- стратегия и политика;
- менеджмент ресурсов;
- менеджмент процессов;
- мониторинг, измерение, анализ и изучение;
- улучшения, инновации и обучение.

Самооценка – это мощный инструмент совершенствования деятельности организации. Однако он приводит к положительным изменениям только в том случае, если на основании проведенного анализа будет разработан и реализован план практических мероприятий, и если этот план будет полностью одобрен и поддержан высшим руководством подразделения, осуществляющего самооценку.

Список информационных источников

1. ГОСТ Р ИСО 9004-2010 Менеджмент для достижения устойчивого успеха организации. Подход на основе менеджмента качества. – М: Стандартинформ, 2011. – 41 с.

2. Ефимов В.В. Внутренний аудит качества и самооценка организации : учебное пособие / В.В. Ефимов, А.Н. Туманова. – Ульяновск: УлГТУ, 2007. – 123 с.

3. Никитин В.А. Управление качеством на базе стандартов ИСО 9000:2000. – СПб.: Питер, 2002. – 272 с.

4. Бурцев В.В. Внутренний аудит компании : вопросы организации и управления// Финансовый менеджмент. – 2003. – №4. – 24 с.

5. Конти, Тито. Самооценка в организациях : пер. с англ. И. Н. Рыбакова, Г. Е. Герасимова. – М.: Стандарты и качество, 2000. – 328 с.

БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Тилекматов И.Э.

Томский политехнический университет

Научный руководитель: Мойзес Б.Б., к.т.н., доцент кафедры физических методов и приборов контроля качества

В современной рыночной экономике условия развития предприятий характеризуются ужесточением конкуренции, где решающим фактором победы в конкурентной борьбе является выбор потребителя.

В таких условиях предприятия по производству товаров и услуг идут на различные шаги по сокращению расходов, путем экономии на основных компонентах, что как следствие ведет к ухудшению качества продукции.

Однако существуют другие подходы по уменьшению себестоимости продукции и улучшению ее качества, а значит увеличения конкурентоспособности на рынке. Одним из таких подходов является применение инструментов “бережливого производства” при выпуске товаров и услуг.

«Бережливое производство» или Lean manufacturing, lean production возникшее в результате интерпретации идей Производственной системы Toyota, которое изначально применялось в производстве автомобилей, все больше находит применение в других областях, таких как машиностроение, кораблестроение, пищевая промышленность и т.п. Принципы «бережливого производства» внедряются в других отраслях человеческой деятельности, одной из которых является строительная отрасль.

Концепция «бережливого производства» в строительстве выраженная термином «бережливое строительство» включает в себя те же базовые принципы, такие как сокращение потерь и ориентация на потребителя.

Первым шагом в этом подходе может стать определение потерь на строительной площадке. После наблюдений за ходом строительства можно выявить множество потерь в процессе возведения зданий.

К основным потерям на строительной площадке относятся:

- Простой материалов, вследствие несвоевременного и некомплектного обеспечения
- Исправления из-за некачественных материалов
- Исправления предыдущих этапов работ
- Потери времени при перемещении строительных материалов
- Хищения материалов

Как видно из вышеперечисленных потерь, более половина из них приходится на строительные материалы и изделия. Для устранения этих потерь стоит воспользоваться принципами бережливого производства, которые лучше всего подходят в таких ситуациях.

В первую очередь необходимо определить, что создает ценность продукта для конечного потребителя, то есть какие характеристики продукта заказчик считает важными. В таком случае, когда производитель точно знает потребности заказчика, он может определить, какие процессы направлены на предоставление ценности потребителю, а какие нет.

Во вторых, определить необходимые действия в цепочке производства продукции и устранить потери. При выявлении потерь и дальнейшей оптимизации работы необходимо в деталях описать все действия от момента получения заказа, до поставки продукции потребителю.

Следующим шагом должна стать схема вытягивающего производства, при которой сроки изготовления и объем производимой продукции определяются потребностями последующих этапов, что в итоге выражается потребностью заказчика.

Внедрение системы бережливого производства не может являться разовым мероприятием. Успешная реализация этой системы требует стремления к совершенству за счет постоянного сокращения ненужных действий.

Система Lean является логическим развитием многих подходов в управлении организацией, вследствие чего включает в себя множество инструментов и методик из этих подходов, а зачастую и сами подходы. Применение методик и инструментов будет зависеть от конкретных ус-

ловий и задач, которые ставит перед собой предприятие. Сочетание этих подходов, методик и инструментов дает существенные результаты.

Предприятие по производству строительных материалов тесно связанное с потребностями заказчика создает цепочку поставщик – потребитель. Применяя принципы бережливого производства, можно достичь сокращения потерь не только на строительной площадке, но и на заводах по производству строительных материалов.

Производство строительных материалов, основанное на концепции Lean, позволит добиться существенного сокращения потерь, а также повысить эффективность работы. Главным преимуществом при внедрении системы «бережливого производства» станет производство продукции, нацеленное на удовлетворение потребностей заказчика, что соответствует одному из основных принципов менеджмента качества – ориентация на потребителя.

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Яблокова С.А.

Томский политехнический университет

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

Ни для кого не секрет, что во многих организациях система менеджмента качества (далее СМК) внедрена формально, она как бы есть на бумаге, но на деле никоим образом не способствует улучшению или упрощению деятельности. Организации внедряют СМК по шаблону, как будто под копирку, при этом не учитывая ни деятельность самой организации, ни ее стратегию. Конечно, внедренные таким образом процессы, да и СМК в целом, могут быть нормально восприняты аудиторами и даже пройти сертификацию. В целом такая СМК отвечает основным положениям стандарта ISO 9001, но ее нельзя будет использовать как рабочий инструмент. Одна из причин данной проблемы заключается в том, что не ведется анализ рисков, связанных с процессом. Нет общего понимания, что использование данного инструмента может отразить в документированном описании специфику организации.

Необходимость и актуальность анализа рисков СМК подтверждается и тем, что в стандарте ISO 9001:2015 будет отсутствовать термин «предупреждающая мера», а добавиться понятие риск. Также главной

целью новой версии стандарта будет являться определение рисков, которые необходимо учитывать, чтобы гарантировать достижение системой запланированных результатов. Организация должна будет планировать действия для работы с этими рисками и возможностями, интегрировать и внедрить их в процессы СМК, а также оценивать эффективность этих действий.

Понятие риск появилось достаточно давно, но было узким и традиционно делилось на три категории: рыночные, кредитные и прочие риски. В настоящее время данное определение претерпело значительные изменения, это связано с тем, что понятие риск стало носить более обширный характер. Какое же сейчас определение дают термину риск?

Риск – это сочетание вероятности события и его последствий [1].

Риск – это влияние неопределенности на достижение цели [2].

Таким образом, риск – это некоторая вероятность отрицательного отклонения от цели, которую необходимо выполнить.

Управление рисками является неотъемлемой частью управления организацией. Наиболее распространенное заблуждение по поводу управления рисками заключается в том, что его цель – избежание риска. На самом же деле его назначение – сделать успех наиболее вероятным и создать ценность. Главной точкой соприкосновения в управлении рисками и СМК является объект управления – процесс. Когда используется управление рисками при проектировании документированных описаний процессов СМК, всегда пишется новый алгоритм для конкретной организации, в котором указывается:

- каким образом выявить существенные риски, связанные с выполнением процесса;
- как уменьшить вероятность возникновения рисков или их следствия;
- как оперативно выявлять реализацию рисков и реагировать на нее.

В другом случае, когда мы не берем управление рисками, документ пишется для галочки, описывается ситуация «когда все складывается хорошо и, нет никаких проблем», т. е. игнорируется любая вероятность того, что возникнет нестандартная ситуация. Польза от того документа минимальна.

Конечно, чтобы сделать СМК рискоориентированной и более гибкой к различным изменениям, потребуется много времени и усилий. Ниже приведены некоторые мероприятия, которые могут помочь для достижения данной цели:

- классифицировать операционные риски в организации;
- определить воздействие операционных рисков на процессы, классифицировать их по группам и уровням влияния;

- проранжировать риски и определить методы проведения количественной оценки как одного риска, так и всех рисков организации;
- дополнительно прописать методы в процедуре внутреннего аудита, направленные на идентификацию рисков;
- рассматривать процедуру управления корректирующими и предупреждающими действиями как процедуры управления операционными рисками;
- обучение персонала и др.

Подводя итог, можно однозначно сказать, что обеспечить успешное функционирование СМК без учета рисков организации невозможно.

Список информационных источников

1. ГОСТ Р 51897-2011 Менеджмент риска. Термины и определения. – М.: Стандартиформ, 2012. – 12 с.
2. ГОСТ Р ИСО 31000:2010 Менеджмент риска. Принципы и руководства. – М.: Стандартиформ, 2012. – 28с.
3. Злобина Н.В. Технологические особенности управления рисками в системе менеджмента качества организации/ Н.В. Злобина, М.М. Висков//Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И.Вернадского. – 2011. - № 2. – С. 246-251.
4. Езрахович А.Я. Новая версия ISO 9001:2015/ А.Я. Езрахович, В.А. Дзедик, Ю.М. Банных //Методы менеджмента качества. – 2014.- № 7. – С. 32-36.

МЕСТО РОССИЙСКОЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АККРЕДИТАЦИИ В ЕВРАЗЭС

Яковлева Е.В.

Томский политехнический университет

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

Евразийское экономическое сообщество (ЕврАзЭС) – международная экономическая организация ряда стран. Создана для эффективного продвижения её участниками процесса формирования Таможенного союза и Единого экономического пространства.

Технические регламенты ЕврАзЭС являются обязательными для государств, входящих в состав.

Регламенты, затрагивающие системы аккредитации, направлены на обеспечения качества экспорта продукции, защиты здоровья человека, охраны окружающей среды [1]. Для решения данной задачи необходима гармонизация стандартов, аккредитация испытательных лабораторий, принимающих участие в процессе обязательного подтверждения соответствия, применение единых форм и правил оценки соответствия.

В результате государствами признаются аттестаты аккредитации, выданные органами по аккредитации, правила и процедуры аккредитации, установленные на территории государств и соответствующие требованиям международных стандартов [2].

Благодаря взаимному признанию аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий и их результатов работ [3,4] обеспечивается единство измерений для возможности сопоставления результатов оценки соответствия продукции требованиям применяемых технических регламентов Таможенного союза.

Технический регламент [5] определяет, что для включения лаборатории в единый реестр испытательных лабораторий таможенного союза она должна иметь действующий аттестат аккредитации. Аттестат должен быть выдан в соответствии с требованиями международных стандартов или национальных стандартов, идентичных с международными стандартами.

Для реализации соглашения ЕврАзЭС в области аккредитации странами разработаны национальные системы аккредитации. Рассмотрим системы России, Казахстана и Белоруссии.

В основе организации аккредитации лежат следующие принципы:

- один аккредитующий орган в стране;
- органы по аккредитации создаются на базе некоммерческих организаций при поддержке правительства;
- единые требования и процедуры аккредитации;
- орган по аккредитации обеспечивает сбалансированное представительство заинтересованных сторон;
- аккредитация проводится в законодательно регулируемой и законодательно не регулируемой области;
- единые реестры аккредитованных организаций и экспертов по аккредитации.

В России Федеральная служба по аккредитации «Росаккредитация» является единым национальным органом по аккредитации. Вышестоящим органом государственной власти является Министерство экономического развития Российской Федерации.

Федеральной службы по аккредитации, которая находится в ведении Минэкономразвития России. На сегодняшний день Росаккредитация является уполномоченным национальным органом Российской Федерации по аккредитации, осуществляющим оценку соответствия органов по сертификации и испытательных лабораторий, контроль за деятельностью аккредитованных лиц.

Росаккредитация – уполномоченный федеральный орган исполнительной власти [6].

Федеральная служба осуществляет аккредитацию органов по сертификации испытательных лабораторий на право проведения работ в области единства измерений, контроль над деятельностью аккредитованных лиц, ведение реестров аккредитованных лиц, сертификатов соответствия, деклараций о соответствии, обеспечение программным обеспечением органов по сертификации и выдачу бланков сертификатов соответствия.

ТОО «Национальный центр аккредитации» Комитет по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан (НЦА) – единственный орган по аккредитации, уполномоченный Правительством Республики Казахстан.

Деятельность по аккредитации осуществляется в соответствии с законом Республики Казахстан [7], который распространяется на организации по подтверждению соответствия, поверочные, калибровочные, испытательные лаборатории, организации, выполняющие метрологическую аттестацию методик выполнения измерений.

Основными целями НЦА являются аккредитация органов по подтверждению соответствия и лабораторий в соответствии с международными стандартами и создание условий для признания результатов работ организаций по аккредитации другими странами.

Одной из задач Казахстана является вступление в ВТО. Таким образом необходимо соблюдать требования ILAC, IAF и региональной организации EA.

Основными направлениями системы являются аккредитация органов по подтверждению соответствия, испытательных и поверочных лабораторий, инспекционные проверки органов по подтверждению соответствия, испытательных и поверочных лабораторий, проведение межлабораторных сравнительных испытаний, взаимодействие с международными и региональными организациями в области аккредитации, разработка проектов нормативных документов в области аккредитации.

Созданный Госстандартом Белорусский государственный центр аккредитации выполняет работы по аккредитации в роли независимой,

третьей стороной в соответствии с международными принципами, стремится удовлетворять ожиданиям клиентов в росте их технической компетентности и качества предоставляемых услуг и повышения доверия к результатам оценки соответствия, выдаваемых этими организациями.

Национальная система аккредитации Республики Беларусь действует в соответствии с Законом Республики Беларусь [8].

В Белорусский государственный центр аккредитации (БГЦА) проводят аккредитацию:

- инспекционные органы;
- испытательные лабораторий (центров);
- калибровочные лабораторий (центров);
- медицинские лабораторий (центров);
- организации-провайдеры межлабораторных сличений;
- органы по сертификации;
- поверочные лабораторий (центров);
- юридические лица, осуществляющие государственные испытания, метрологическую аттестацию средств измерений и метрологическое подтверждение пригодности методик выполненных измерений.

Аккредитация в Белоруссии осуществляется в целях подтверждения компетентности организаций в осуществлении работ по проведению испытаний объектов оценки соответствия или подтверждению соответствия. Также обеспечивается доверие к деятельности аккредитованных испытательных лабораторий и органов по сертификации. Создаются условия для взаимного признания результатов деятельности.

Рассмотренные национальные системы аккредитации основываются на одинаковых требованиях нормативных актов ЕврАзЭС, но при этом они имеют отличия в своих целях и структуре. Система аккредитации Республики Беларусь охватывает большую область аккредитации по видам лабораторий и органов. В то же время национальная система Казахстана направлена на область оценки соответствия, основной целью является соблюдение требований международных союзов по аккредитацию с целью вступления в ВТО. Российская система направлена на создание прозрачного информационного поля оценке соответствия для повышения доверия между организациями и результатами их работы. Взаимодействие различающихся систем по аккредитации необходимо для обеспечения качества товаров, экспортируемых и импортируемых разными странами.

Список информационных источников

1.Соглашение Правительств государств - членов Евразийского экономического сообщества от 25.01.2008 (ред. от 19.05.2011, с изм. от 10.10.2014) «О проведении согласованной политики в области технического регулирования, санитарных и фитосанитарных мер»

2.Соглашение государств - членов Таможенного союза об устранении технических барьеров во взаимной торговле с государствами - участниками Содружества Независимых Государств, не являющимися государствами - членами Таможенного союза" (Заключено в г. Москве 17.12.2012)

3.Соглашение об обращении продукции, подлежащей обязательной оценке (подтверждению) соответствия, на таможенной территории Таможенного союза" (Заключено в г. Санкт-Петербурге 11.12.2009)

4.Соглашение о взаимном признании аккредитации органов по сертификации (оценке (подтверждению) соответствия) и испытательных лабораторий (центров), выполняющих работы по оценке (подтверждению) соответствия

5.Положение «О порядке включения органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров) в единый реестр испытательных лабораторий таможенного союза, а также его формирования и ведения»

6.Постановление Правительства Российской Федерации от 17.10.2011 № 845 «О Федеральной службе по аккредитации».

7.Закон Республики Казахстан от 5 июля 2008 года № 61-IV «Об аккредитации в области оценки соответствия» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 16.05.2014 г.)

8.Закон республики беларусь от 5 января 2004 г. № 269-З «Об оценке соответствия требованиям технических нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации»

Научное издание

КАЧЕСТВО – СТРАТЕГИЯ XXI ВЕКА

Сборник научных трудов
XIX Всероссийской научно-практической конференции

Издано в авторской редакции


Компьютерная верстка *О.В. Гальцева*

**Зарегистрировано в Издательстве ТПУ
Размещено на корпоративном портале ТПУ
в полном соответствии с качеством предоставленного оригинал-макета**



Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Система менеджмента качества
Издательства Томского политехнического университета
сертифицирована в соответствии с требованиями ISO 9001:2008



ИЗДАТЕЛЬСТВО  ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru