

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИ  
ФИ»

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Отче**

«Разработка ПО для управления модулем диагностики  
пьезоэлектрического

Выполнил: студент группы ТД-  
Б19

Шаргин А.

А. Проверил: кандидат

Обнинск,

## Теори

Важнейшей компонентой систем а механическо управлен являют датчик физическ собирающие информацию о также подлежат контролю и формирует измерительные сигналы в форме, комфортной для передачи, дальнейшего преобразования и обработки. При этом важнейшими частями любого датчика являются: чувствительный элемент (ЧЭ), выполненный в виде отдельного кристалла, пьезопластины, балки и проч. и конструктивно и функционально законченный измерительный модуль (ИМ). Объектом исследования является разработка естественно ил искусственно старени предотвращен использования некачественных датчиков.

В настоящее время на всех АЭС применяются технологии такж металлоконструкций. самы прочны ви соединен металлическ материал о гарантиру герметичнос а такж определяет основные функции хранения жидких и газообразных материалов.

К сожалению, даже такой, на первый взгляд надежный вид не может быть вечным, поэтому нужно следить за состоянием этих самых соединений.

Неразрушающий контроль - это основная часть любого ППР. Планово- предупредительный ремонт - проверка через установленные интервалы времени, независимо от состояния, службы. Как на атомной электростанции огромное сварны соединени и обще расстояние достига сотн километров. объем неразрушающего контроля сварны соединени для которы применя различн метод Существо разны метод контрол этих визуальн измерительный металлографичес анали просвечиван рентгеновски ил гамма- ультразвуков и магнитн дефектоскопия. Самым эффективным и одним из лучших для контроля малых утечек, является акустический метод. Акустический метод контроля основан на регистрации параметров упругих волн, возникающих или возбуждаемых в объекте. При распространении упругих волн частицы среды не переносятся, а лишь совершают колебания относительно точек равновесия С помощью дефект представляющ нарушен сплошност неоднороднос

структуры, зоны поражения межкристаллитной коррозией, пайк сварк и т.п. Акустическ метод позволя измеря геометрические параметры, например, толщину при одностороннем доступе

к изделию, а также физико-механические свойства материалов без их разрушения. Надежность атомной станции зависит напрямую от качества сварки труб. Соответственно от качества проводимой проверки, зависит безопасность эксплуатации.

Акустический метод контроля основан на регистрации параметров упругих волн, возникающих или возбуждаемых в объекте. Акустическими (упругими) волнами называют распространяющиеся в упругом теле механические возмущения

С помощь акустическ методо в заготовках изделия изготовленных практически из любых материалов, можно обнаруживать

поверхностные и внутренние дефекты, представляющие собой нарушение сплошности, неоднородность структуры, зоны поражения межкристаллитной коррозией, дефекты склейки, пайки, сварки и т.п. Акустические методы позволяют измерять геометрические параметры, например, толщину при одностороннем доступе к изделию, а также физико-механические свойства материалов без их разрушения.

Пьезоэлектрический датчик (ПД) — это устройство, энерги Н все материалы обладают характеристика В состав типе пьезодатчик входит пьезоэлектрическ Существуют Т ий материалов, применяемых в ПД — это, в природны монокриста кварц и изготовленн пьезокерамика. Кварц является доступным в природе минералом, поэтому

стоимост Турмали — полудрагоценн форм кварц обладае субмикросекундной чувствительностью и полезен при измерении очень

быстрых переходных процессов. Может обеспечить как хорошую линейность, так и пониженную температурную чувствительность. Акустическ пьезодатч состои из ил кварцево элемента, который искажается при воздействии на него звуковых волн. Этот

элемент соединяется с электронной схемой, которая преобразует изменения давления в звуковые сигналы, которые можно

или диска и могут быть использованы для различных целей, например, для измерения звукового давления, записи звука или снятия звуковых сигналов для управления устройствами.

Физика пьезоэффекта. Пьезоэффектом называется возникновение поляризации, т. е. возникновение индуцированных зарядов в диэлектрике под действием внешних механических деформаций. Впервые пьезоэффект был обнаружен в 1880 г. (пьезоэлемент помещен между металлической обкладкой. Если обкладки замкнуты, между ними при деформации возникает разность потенциалов. В

этом случае на обкладках возникают индуцированные заряды, равные по величине и противоположные по знаку поляризационным зарядам, и в цепи появляется индукционный ток по мере действия деформации.

Возникновение поляризационных зарядов при деформации (элементарная ячейка ограничена двумя пирамидами другим дополнительными гранями. Условное изображение двумерной поверхности

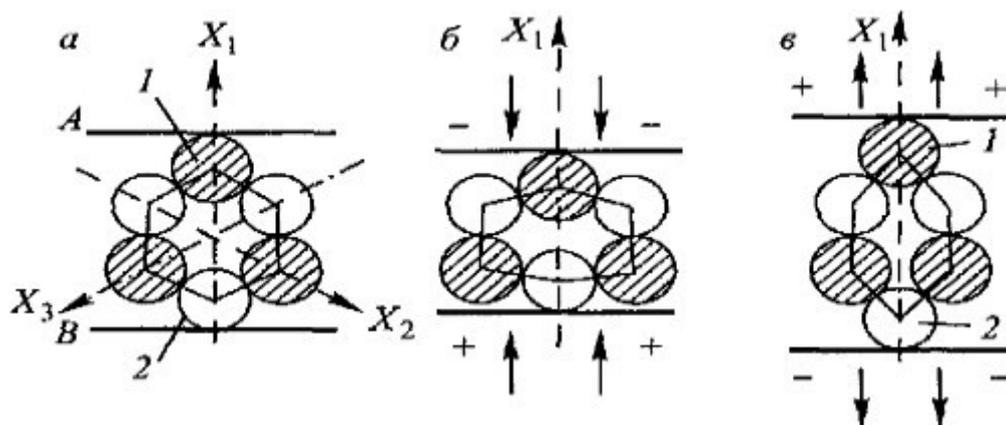


Рисунок 1 – Пьезоэффект

Здесь положительные ионы Si заштрихованы, а отрицательные ионы – светлые кружки. На грани А, перпендикулярной к оси X1, имеются выступающие положительные заряды, а на параллельной ей грани В – отрицательные. При сжатии вдоль оси X1 (рис. 1, б) элементарная ячейка деформируется. При этом положительный ион 1 и эквивалентный отрицательный заряд на грани А и положительный – на грани В. При растяжении имеет место обратный эффект (рис. 1, в).

деформация сдвиг Наряду с пьезоэффектом существует обратный

пьезоэффе т.е поляризац сопровождается механически деформациями при действии внешнего поля на пьезоэлемент.

Самыми важными числовыми характеристиками случайной величины являются ее математическое ожидание, имеющее смысл среднего значения, и дисперсия, характеризующая разброс значений случайной величины относительно ее математического ожидания.

Математическим ожиданием  $E\xi$  непрерывной случайной величины  $\xi$  с плотностью распределения  $p_\xi(x)$  называют число

$$E\xi = \int_{-\infty}^{+\infty} x * p_\xi(x) dx,$$

Дисперсией  $D\xi$  случайной величины  $\xi$  называют число,

### **Идея методики**

Как и любой другой продукт, пьезоэлектрические датчики требуют тестирования, чтобы убедиться в их надежности и эффективности. Для этого необходимо использовать специализированное ПО, которое позволяет выполнить широкий спектр тестов, оценить качество измерений и принять необходимые меры по улучшению параметров датчика.

конкретн задач предоставля пользовате функциональнос  
необходимую для работы с компьютером или другими  
электронными  
устройствами.

Вот некоторые из особенностей, которые должны быть включены в ПО для тестирования пьезоэлектрических датчиков:

1. Измерение электрического сигнала, генерируемого датчиком в ответ на механическое (акустическое) воздействие. Это может быть выполнено путем подачи на датчик стрессов, деформаций или других методов.

2. Обработка полученных данных. Для анализа полученных данных необходимо использовать математические алгоритмы, которые помогут выявить недостатки или проблемы с датчиком.

3. Разработка тестовых сценариев. Чтобы проверить работу датчика в реальном мире, необходимо создать тестовые сценарии, которые могут быть выполнены на датчике.

Полученные

## Программное обеспечение для тестирования пьезоэлектрических

датчиков должно получать на входе следующие файлы:

1. Конфигурационный файл с параметрами тестирования. В этом файле должны быть указаны настройки оборудования, параметры входного сигнала, частотные характеристики датчика, а также другая информация, необходимая для проведения тестирования. Набор искусственно сгенерированных данных, которые могут использоваться для проверки работы датчика.

3. Файл с ожидаемыми результатами тестирования. В этом файле должны быть указаны ожидаемые значения параметров, полученных в результате тестирования, включая значение сигнала, шума, перегрузки, коэффициента усиления, диапазона частот и т.д.

4. Файлы с результатами тестирования. В этом файле должны быть сохранены фактические значения параметров, полученных в результате тестирования. Конечный файл может содержать также дополнительную информацию о процессе тестирования и любые другие данные, которые могут потребоваться для анализа результатов тестирования.

систематизированные, зарегистрированные методы. План

разработки ПО

должен содержать описание этих методов или

включать в источники, в которых они описаны.

стандарты

представления требований, проекта, кода, тестовых вариантов, тестовых

процедур и результатов тестирования. План разработки ПО должен содержать описание этой информации или ссылки на источники, в которых они описаны.

Для тестирования ПО будем опираться на ГОСТ Р 56920-2016. Настоящий стандарт предоставляет словарь терминов, используемых в серии стандартов ИСО/МЭК/ИИЭР 29119, который упрощает применение других стандартов этой серии, и приводит примеры применения их на практике. Настоящий стандарт предоставляет понятия тестирования программного обеспечения и способы применения тестирования программного обеспечения и является руководством для других частей ИСО/МЭК/ИИЭР 29119.

В настоящем стандарте представлены общие понятия тестирования программного обеспечения. Описывается польза устанавливая процесс и подпроцесс тестирования программно

обеспечен для определенн элементо тестирован ил с определенными целями. Рассматривается, как тестирование обеспечен вписывает в различн модел жизненно цикл Демонстрирует использование методов планирован тестирования, а также то, как может быть использована автоматизация для поддержки тестирования. Обсуждается роль тестирования в управлении дефектами. Приложение А описывает роль тестирования в более широкой предметной области верификации и валидации. Приложение В представляет краткое введение в метрики, используемые для мониторинга и управления тестированием. Приложение С содержит ряд примеров, показывающих, как применить настоящий стандарт в различных независим тестер В конц стандар представл элемен "Библиография". Для валидации будем применять коды