

Отзыв официального оппонента

на диссертацию Аймагамбетовой Раушан Жанатовны на тему «Аппаратно-программный комплекс контроля технического состояния строительных конструкций на основе волоконно-оптических датчиков», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.4.– Приборы и методы измерения (по видам измерений)

Актуальность темы диссертации. Актуальность работы обоснована необходимостью разработки средств контроля для своевременной идентификации скрытых дефектов протяженных объектов, строительных конструкций, в том числе монолитных железобетонных фундаментов. Основа диссертационной работы заключается в обосновании возможности и реализации применения оптического волокна для контроля технического состояния строительных объектов большой протяженности, прежде всего монолитных железобетонных фундаментов. Особенность заключается в том, что оптическое волокно размещается непосредственно внутри монолитной железобетонной строительной конструкции, например фундамента, или закрепляется на его поверхности. При этом оптическое волокно одновременно используется как сенсор и канал передачи данных о проведенных измерениях в режиме реального времени.

Необходимо подчеркнуть, что научное направление, выбранное соискателем, а именно разработка нового аппаратно-программного комплекса контроля нагрузки на элементы строительной конструкции на основе волоконно-оптических датчиков, с точки зрения внедрения полученных результатов, имеет хороший потенциал практического применения в строительной отрасли. Исследования, направленные на решение одних из важных вопросов повышения уровня безопасности эксплуатации различных зданий и сооружений, несомненно, являются весьма актуальными.

Научная новизна и практическая значимость проведенного исследования

Несомненной научной новизной является получение новых результатов в области методов контроля нагрузки на элементы строительной конструкции. В качестве новизны можно выделить разработанную волоконно-оптическую квази-распределённую систему с аппаратно-программным комплексом контроля на основе оптико - электронного анализа изменения параметров мощности оптического излучения и ее распределения на торце (сердцевине и оболочке) оптического волокна.

Следует отметить, что разработанный соискателем метод, является новым и позволяет осуществлять контроль технического состояния протяженных объектов и строительных конструкций в режиме реального времени. Представленная диссертационная работа содержит оригинальное техническое решение и обладает научной новизной, которая подтверждается многочисленными публикациями и двумя патентами на метод и полезную модель, реализованного устройства.

Практическая значимость заключается в разработке нового метода, методики и реализации экспериментального образца аппаратно-программного комплекса контроля и диагностики технического состояния протяженных строительных конструкций. Предлагаемая методика контроля технического состояния строительных

ОГБУ «ВНИИМС»	
Вх. №	4577
Дата	26.12.23
Всего листов	6
Осн. документа	6
Приложение	—

конструкций, обладает рядом преимуществ в сравнении с уже существующими методами.

Соискателем сделан акцент на разработку методики контроля нагрузки на элементы строительной конструкции для своевременной идентификации скрытых дефектов протяженных, строительных конструкций, в том числе монолитных железобетонных фундаментов. Результаты диссертационной работы имеют практическую значимость, что подтверждается со стороны представителей строительной отрасли, заинтересованных в развитии и использовании научной разработки на практике.

Достоверность и краткая характеристика результатов.

Достоверность полученных результатов подтверждается использованными методами сбора первичной информации и анализа литературы, а также результатами выполненных теоретических и экспериментальных исследований схем и конструкции датчика. Достоверность подтверждается также значительным объемом проведенных лабораторных исследований и экспериментальных натурных испытаний, при которых были получены положительные результаты апробации предложенного метода контроля нагрузки на элементы строительной конструкции, а также предложены рекомендации для использования разработки в условиях производства и эксплуатации. Основные результаты, полученные в диссертационной работе апробированы и опубликованы.

Полученные автором результаты раскрыты в достаточном объеме. Текст диссертации и автореферат написаны грамотным научно-техническим языком. Диссертационная работа отражает полученные автором новые научные результаты. Положения, выносимые на защиту, предложенные решения, основные выводы и результаты достаточно аргументированы.

Отдельно хочется отметить высокую публикационную активность соискателя, в общем объеме опубликовано 14 научных работ, из них 7 статей в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Соискатель участвовал в 3 конференциях по результатам, которых были изданы статьи, входящие в международную базу цитирования Scopus и Web of Science, также имеются 4 оригинальные статьи, изданные в журналах, входящих в вышеуказанные базы. Оригинальность и новизна технического решения подтверждается двумя патентами на метод и полезную модель, реализованного на ее основе устройства.

Содержание диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Структура работы соответствует установленным требованиям к кандидатской диссертации.

Во введении сформулированы цель, задачи, научная новизна и практическая значимость работы, а также другие важные пункты. Представлено краткое описание состояния основных вопросов исследования, которые посвящены решению проблемы повышения эффективности контроля и диагностики технического состояния протяженных строительных конструкций с использованием волоконно-оптических

датчиков. Соискателем обоснованы актуальность темы диссертации, представлены основные положения, выносимые на защиту и указан личный вклад соискателя.

Первая глава содержит обширный научный литературный обзор современного состояния методов контроля состояния строительных конструкций открытых источников. Соискателем выполнен также обширный обзор основных типов волоконно-оптических датчиков и сферы их применения в различных отраслях промышленности. Вся представленная информация обширнее тематики диссертации, но является актуальной и отражает современный уровень развития различных систем контроля и диагностики с использованием волоконно-оптических датчиков.

Вторая глава содержит информацию, связанную с математическим и компьютерным моделированием. Соискателем представлена теоретическая модель, которая позволяет определить место дислокации деформации железобетонной строительной конструкции по изменению параметров распределения плотности мощности излучения на торце волокна с оболочкой при его деформации или микроизгибе. Проведено моделирование процесса деформации оптического волокна с использованием программного обеспечения ANSYS. Выполнено планирование экспериментов и выбраны методы обработки результатов измерений.

Третья глава содержит сведения о проведении лабораторных исследований различных конструкций датчиков контроля на строительных материалах. Соискателем разработаны различные схемы волоконно-оптических датчиков контроля. Проведены эксперименты по имитации механических нагрузок на оптическое волокно при его растяжении и микроизгибе для чего был специально сконструирован лабораторный стенд. Имеется обоснование наиболее рациональной конструкции датчика контроля нагрузки на элементы строительной конструкции, которая была испытана в условиях реального разреза.

В четвертой главе рассмотрены методика контроля технического состояния строительных конструкций и протяжённых объектов с применением волоконно-оптических чувствительных элементов квази-распределенного и распределённого типа и аппаратно-программного комплекса (АПК) и проведена его практическая апробация на реальных строительных объектах.

В предложенной квази- распределенной АПК заложен новый принцип построения и обработки данных, основанный на интеллектуальном анализе изменения свойств оптического излучения, проходящего по оптическому волокну, с обработкой полученных данных и выдачей численного значения нагружения железобетонной строительной конструкции. АПК позволяет контролировать напряженно-деформированное состояние монолитной железобетонной конструкции.

Заключение содержит общие научно-обоснованные выводы, которые соответствуют заявленным целям, задачам исследования, а также отражает научную новизну и практическую значимость работы.

Замечания по диссертации

Несмотря на общее положительное впечатление по работе, можно выделить следующие основные замечания и недостатки, присущие скорее диссертации, чем автореферату.

1. Использование терминов, не применяемых в научной литературе: «световая волна, пятно, изменение свойств света» для ИК диапазона; показатель, а не коэффициент преломления и др. В автореферате нет списка сокращений.

2. Избыточность и излишняя детализация некоторых материалов:

- в главе 1 представлен не анализ состояния систем и волоконо-оптических датчиков(ВОД) по тематике диссертации, а общий обширный обзор различных ВОД и систем на их основе для различных областей применения не только диагностики строительных конструкции. Это касается материала и в приложении. Отмеченные в обзоре преимущества и перспективы использования амплитудных и брэгговских датчиков не соответствуют дальнейшему выбранному направлению работы.

-в главе 2 диссертации представлен теоретический раздел по рассмотрению схемы волоконно- оптического двухлучевого интерферометра Маха-Цендера при очевидной его непригодности для контроля протяженного объекта.

-в главах 3 и 4 и приложении затрудняют чтение избыточность иллюстративного материала: фотографий и рисунков, где не всегда есть пояснения, обозначения величин и их размерности.

3. Стоимостные параметры и простота реализации не являются определяющими при обосновании выбора системы контроля в рассматриваемой области, где возможный ущерб несоизмерим со стоимостью разрабатываемой аппаратуры. Поэтому «дешевизна» стандартного волокна и «дороговизна» рефлектометра не являются критерием при построении аппаратуры. Стоимость АПК пропорционально увеличивается с контролируемой длиной объекта при необходимости установки дополнительных каналов с ВОД и фотоматриц, особенно в ИК диапазоне.

4. Ряд неосновных предположений и промежуточных выводов не подтверждены экспериментально, а основаны на литературных данных и предположениях автора. Так вызывает сомнение в реализуемости срока службы (надежности) волокна в качестве датчика и системы на его основе (до пятидесяти лет) или возможность достигать сотни километров контролируемой длины, исходя из некоторых рекламных данных о возможности передачи информации (в цифровом виде, где сигнал ноль или единица).

5. Для реализации, распределенной системы предлагается дополнительно использовать рефлектометр, но тогда зачем использовать матрицу и анализ ближнего поля излучения на выходе оптического волокна, если можно обойтись одним рефлектометром, оценив расстояние и вносимые потери в точке деформации. При этом указанная возможно достижимая точность (или даже разрешающая способность) в 1 метр (а с доработкой до 0,1 метра) при расстоянии до 30 км. в обычных рефлектометрах (использующих принцип обратного рассеяния) не реализуема, Аналогичный вопрос при измерении дополнительных потерь с помощью оптического тестера.

6. Требуется отдельного разъяснения следующие сформировавшиеся замечания:

-применяемое соискателем оптическое волокно типа G.652 по техническим характеристикам не является одномодовый для длин волн менее 1200 нм , а

используется на длине волны 650 нм. Какое распределение при этом распределение плотности мощности на торце волокна?

-как влияет дополнительная защитная оболочка на работу датчика и его чувствительность, так как между оболочкой и оптическим волокном образуется пространство, заполненное воздухом, то есть формируется некий зазор? То есть при бетонировании фиксируется только защитная оболочка кабеля, в которой ОВ может перемещаться. Проводились ли исследования зависимости чувствительности ВОД от диаметра кабеля – 0,9 и 3,0 мм и возможность использовать оптическое волокно без защитной оболочки?

- не приведены в сгруппированном и удобном для анализа виде технические характеристики модификаций разработанного аппаратно-программного комплекса и сравнения с аналогичными системами контроля и диагностика строительных конструкций на других методах.

Указанные выше замечания, погрешности и недостатки относятся к входной оптической части системы и не противоречат защищаемым **основным положениям и полученным результатам**. Некоторые из них носят дискуссионный и рекомендательный характер для будущей работы соискателя. Излишние материалы и предполагаемые спорные или нереальные перспективы возможностей метода и системы не затрагивают основное содержание работы.

Целью и основным результатом исследования (как следует из названия работы) является **аппаратно-программный комплекс** контроля технического состояния строительных конструкций на **основе волоконно-оптических датчиков** (а не наоборот).

Основным итогом является разработка **аппаратно-программного комплекса** на основе волоконно-оптической системы диагностики и контроля технического состояния строительных конструкций на основе оптико - электронного анализа изменения интенсивности и распределении плотности мощности оптической волны, распространяющейся по сердцевине и оболочке оптического волокна.

При этом пройден полный цикл исследований от идеи до ее реализации:

- предложен **новый метод** (новизна подтверждена полученным патентом) и проведена его реализация с получением патента на полезную модель;
- рассмотрены **теоретические модели** оптико-механических процессов при реализации метода с использованием компьютерного моделирования;
- проведены **лабораторные исследования** характеристик различных модификаций экспериментальных образцов АПК;
- проведены **практическая апробация** и калибровка АПК в ходе натурных испытаний на строительной площадке.

В перспективе целесообразна разработка **опытного образца** на основе **экспериментального** и проведение его **метрологических исследований** или аттестации с последующими испытаниями для утверждения типа и коммерциализации разработанного **аппаратно-программного комплекса** контроля технического состояния строительных конструкций.

Заключение

Диссертационная работа Аймагамбетовой Раушан Жанатовны «Аппаратно-программный комплекс контроля технического состояния строительных конструкций на основе волоконно-оптических датчиков» является законченной научно-квалификационной работой, содержащей новое решение актуальной научной задачи разработки аппаратно-программного комплекса контроля технического состояния строительных конструкций на основе волоконно-оптических датчиков.

Работа выполнена соискателем самостоятельно, оформлена в соответствии с классической структурой диссертационных работ, изложена грамотным и понятным языком и соответствует требованиям, предъявляемым к научному исследованию по заявленной научной специальности. Автореферат соответствует тексту диссертации и содержит описание основных результатов, достигнутых соискателем в ходе проведения исследований.

Работа соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а соискатель Аймагамбетова Раушан Жанатовна заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 2.2.4.– Приборы и методы измерения (по видам измерений).

Я, Тихомиров Сергей Владимирович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Аймагамбетовой Раушан Жанатовны, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент

Тихомиров Сергей Владимирович

Заслуженный метролог РФ, Член Метрологической академии РФ,

д.т.н. по специальности: 05.11.16 – «информационно-измерительные и управляющие системы», преподаватель

аспирантуры

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений» (ФГБУ «ВНИИОФИ»)

119361, г. Москва, ул.Озерная, 46

Тел. +7 991 099 82 01

E-mail: tsv@vniiofi

С.В. Тихомиров

Подпись официального оппонента Тихомирова С.В., Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений» «заверяю»

Учёный секретарь ФГБУ «ВНИИОФИ»

Л. Н. Анисимова

