**Проектная заявка**

|  |  |
| --- | --- |
| Вид проекта | Исследовательский |
| Название проекта | Разработка распределенных адаптивных лазерных волоконно-оптических датчиков акустической эмиссии |
| Руководитель проекта | Башков Олег Викторович |
| Структурное подразделение реализующее проект | Лаборатория акустических исследований центра коллективного пользования научным оборудованием «Новые материалы и технологии», факультет МХТ |
| Куратор проекта со стороны заказчика |  |
| Заказчик проекта | Минобрнауки РФ |
| Краткое описание проекта | Проект направлен на решение актуальной проблемы, связанной с повышением эффективности оценки технического состояния транспортной техники нового поколения в процессе ее эксплуатации. Проблема заключается в том, что быстрое обновление и внедрение современных материалов нового поколения на новой технике, к которой предъявляются все большие требования по удельной прочности, стойкости и технологичности, порой не позволяет сформировать достаточный объем теоретических и практических знаний об их свойствах. Учитывая недостаток экспериментальных данных по использованию данных материалов в различных климатических условиях и видах нагрузок, требуется высокий уровень контроля качества готовых изделий как после выпуска продукции, так и в период эксплуатации. Это связано с тем, что становление теории разрушения металлических материалов происходило десятилетиями и позволило сформировать подходы к проектированию на основе теоретических расчетов. Учитывая анизотропию свойств конструкций, выполненных из полимерных композиционных материалов (ПКМ), требуется не только применение различных методов испытания и контроля качества, но порой требуется использование постоянного мониторинга технического состояния или, так называемого мониторинга структурного состояния (Structural Health Monitoring) особо ответственных силовых элементов транспортной техники.  В настоящее время практически единственным типом используемых в АЭ методе преобразователей являются локальные пьезоэлектрические преобразователи, имеющие высокую чувствительность. Однако они имеют определенные ограничения, связанных с низкой помехозащищенностью, а также слабой защитой от окружающей среды. В настоящее время предлагаются решения использующие новый тип пока еще мало используемых волоконно- оптических преобразователей, уже активно применяемых в распределенных системах мониторинга в качестве датчиков температуры, деформации, в том числе тензодатчики на решетках Брэгга. Новые типы волоконно-оптических преобразователей на базе адаптивных голографических интерферометров, пока еще не получили широкого применения в качестве датчиков АЭ. Это связано с проблемами аттестации датчиков и интерпретации результатов контроля. В отличие от локальных пьезоэлектрических преобразователей волоконно-оптические датчики являются распределенными: изменение характера их размещения в объекте контроля приводит к изменению амплитудно- частотной характеристики датчика и, как следствие, изменению параметров регистрируемых ими сигналов АЭ. Существующие методы идентификации источников сигналов АЭ и критерии оценки параметров повреждений на основе параметров АЭ не подходят для оценки повреждений для распределенных волоконно-оптических датчиков АЭ. Волоконно-оптические датчики в части их применения для целей АЭ диагностики еще мало изучены, однако имеют устойчивую перспективу применения не только на летательных аппаратах, но и крупногабаритных конструкциях резервуаров, трубопроводного транспорта и других корпусных изделий. Кроме высокой помехозащищенности от электромагнитных помех основными преимуществами волоконно-оптических датчиков в сравнении с пьезоэлектрическими является распределенный характер их размещения и возможность встраивания в структуру, например, полимерного композиционного материала типа стекло- или углепластика в процессе формования изделия. |
| Планируемые результаты проекта, что предстоит сделать | Планируемые результаты проекта:  1. Будут предложены схемы размещения чувствительных элементов волоконно-оптических датчиков (оптических волокон) в образцах для испытаний, пластинах конструкционных материалов (ПКМ, металлические материалы) и изготовлены образцы для выполнения исследований характеристик волоконно-оптических датчиков на адаптивном голографическом интерферометре и параметров сигналов ими регистрируемых.  2. Будут предложены подход и методика получения и расчета амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) распределенного волоконно-оптического датчика, встроенного в объект контроля (образец, пластина, элемент конструкции). Будут получены АЧХ волоконно-оптических датчиков с различными схемами размещения в образцах и элементах конструкций.  3. Будут получены сигналы АЭ при одновременной регистрации локальными аттестованными пьезоэлектрическими преобразователями и распределенными волоконно-оптическими датчиками волн АЭ, возбуждаемых источниками АЭ в процессе локального разрушения или развития повреждений в конструкционных материалах (ПКМ, металлические материалы), а также в условиях напряженно-деформированного состояния объектов контроля.  4. Будет выполнен анализ параметров сигналов АЭ, регистрируемых распределенными волоконно-оптическими датчиками, и предложены информативные параметры АЭ, характеризующие развитие повреждений вызванное генерацией различных типов источников АЭ в образцах и элементах конструкций.  5. Будут предложены методики классификации и идентификации источников АЭ и критерии оценки повреждений, характеризующих изменение структурного состояния материалов и технического состояния объектов контроля. Предлагаемый к использованию новый тип волоконно-оптических датчиков обладает рядом положительных качеств в сравнении с зарекомендовавшими себя пьезоэлектрическими преобразователями, имеющими наибольшую чувствительность среди датчиков колебаний и вибраций. Прежде всего это высокая помехозащищенность от электромагнитных помех и стойкость к агрессивным средам и высоким температурам оптических волокон.  План работы:  1. На первом этапе работы будет выполнена разработка оптической измерительной системы на базе адаптивного голографического лазерного интерферометра, функционирующего на основе интерферометра Майкельсона. Для формирования голограммы при двухлучевом взаимодействии в интерферометре предполагается использовать фоторефрактивный кристалл. В качестве источника лазерного излучения применяется одномодовый ИК лазер с большим значением длины когерентного излучения.  2. На втором этапе работ будут изготовлены образцы для механических испытаний и образцы пластин из конструкционных материалов (ПКМ, металлические материалы) с различной укладкой. Будет выполнен анализ акустических свойств материалов и анализ распространения волн АЭ при имитационном возбуждении повреждений в образцах и пластинах. Будет выполнен анализ параметров сигналов АЭ, зарегистрированных от различных источников АЭ волоконно-оптическими датчиками, выполнен выбор информативных параметров оценки повреждений.  3. На третьем этапе работы будет выполнен анализ методов метрологической аттестации волоконно-оптических датчиков различных типов с целью поиска подхода к метрологической аттестации и построению АЧХ волоконно- оптических датчиков АЭ.  4. На четвертом этапе работы будет выполнено построение АЧХ для различных типов образцов по предложенной методике и проведен анализ сигналов, регистрируемых в образцах и пластинах с различным размещение чувствительных элементов. |
| Требования к участникам с указанием ролей в проектной команде при групповых проектах | В команде проекта востребованы следующие компетенции, необходимые для успешного выполнения проекта:   1. менеджмент и экономика (для определения основных потребителей результатов проекта и способов реализации готового продукта, выполнения экономического расчета затрат на выполнение проекта и экономической эффективности результатов проекта с анализом прогнозируемого дохода и рисков проекта) 2. физика, электроника и фотоника (для решения вопросов по разработке, настройке и обеспечению функционирования электронных и оптических схем измерительной системы волоконно-оптического датчика на адаптивном интерферометре) 3. материаловедение (знание теории разрушения материалов, их строения, структуры и свойств при проектировании изделий и конструкций, условий эксплуатации и поведения материалов в экстремальных условиях, знание современных методов испытаний и неразрушающего контроля состояния изделий и конструкций) 4. Программирование, информационные технологии (знание методов программирования, обработки больших данных Big data, методов работы с базами данных, цифровой обработки сигналов и потоков данных, имение создавать программы на языках высокого уровня, умение использовать методы машинного обучения и искусственного интеллекта) |
| Количество вакантных мест на проекте | 10 |
| Критерии отбора студентов | 1. Стремление к познанию нового 2. Заинтересованность 3. Наличие свободного времени 4. Умение работать в команде и самостоятельно 5. Креативность |
| Срок реализации проекта | 2025, с продолжением на 2026, 2027 годы |
| Теги | Волоконно-оптический датчик, Structural Health Monitoring, акустическая эмиссии, искусственный интеллект |