**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 |