**Проектное предложение**

|  |  |
| --- | --- |
| Тип проекта | Исследовательский и ориентированный на работающие предприятия, выпускающие данную продукцию. |
| Название проекта | Разработка микроволновой установки для процесса отверждения полимерных композиционных материалов в виде труб.  Development of a microwave installation for the curing process of polymer composite materials in the form of pipes. |
| Подразделение инициатор проекта | Московский институт электроники и математики им. А.Н. Тихонова. Департамент электронной инженерии |
| Руководитель проекта | Нефедов Владимир Николаевич, доктор технических наук, профессор. |
| Заказчик проекта / востребованность проекта | Необходимость проекта состоит в том, что традиционные методы производства труб из полимерных композиционных материалов требует больших затрат электроэнергии, а этих предприятий только в России более 30. Проект рассчитан на то, что руководители предприятий заинтересованы в том, чтобы затраты электроэнергии при производстве труб сократились более, чем на порядок, повысились их прочностные характеристики по сравнению с существующими традиционными технологиями. |
| Основная проектная идея / описание решаемой проблемы | В строительной индустрии и нефтегазовой промышленности, а также в сельском хозяйстве широкое распространение получили трубы из базальтового волокна, которые обладают малым удельным весом, высокой химической стойкостью и прочностью, не подвержены коррозии и имеют низкую теплопроводность.  Традиционные технологии тепловой обработки полимерных композиционных материалов в виде труб основаны на конвективном, радиационном или контактном теплообмене между обрабатываемым материалом трубы и теплоносителем. Однако, полимерные композиционные материалы обладают низкой теплопроводностью и возникающие градиенты (перепады) температуры в обрабатываемом материале делают традиционный технологический процесс тепловой обработки весьма длительным с большими затратами электрической энергии и могут приводить к неоднородности структуры материала получаемых изделий виде труб.  Предлагается использовать в качестве источника тепла, - энергии микроволнового излучения.  Основное преимущество предлагаемого технологического процесса отверждения полимерного связующего обусловлено тем, что энергия микроволнового излучения мгновенно проникает вглубь материала трубы независимо от его теплопроводности. Благодаря объёмному характеру микроволнового нагрева, можно с использованием различных конструкций электродинамических систем микроволновых установок сформировать в заданной конфигурации материала трубы равномерное распределение температуры и избавиться от градиентов температуры, которые имеют место в традиционных методах нагрева. Это преимущество микроволнового метода нагрева позволяет обеспечить однородную структуру обрабатываемого материала и увеличить скорость технологического процесса.  Важно отметить и другое преимущество использования микроволновых технологий обработки труб из полимерных композиционных материалов, которое состоит в том, что окружающий воздух и металлические конструкции используемого оборудования не нагреваются. Обрабатываемая труба расположена в оправке из теплоизоляционного материала с малыми диэлектрическими потерями в течение времени, необходимого для её нагрева до заданной температуры (180-200) градусов Цельсия и отверждения полимерного связующего, что позволяет снизить энергопотребление технологического процесса ввиду отсутствия теплоотдачи в окружающее пространство.  Микроволновый метод нагрева не обладает инерцией, что позволяет с необходимой точностью осуществлять контроль и автоматизировать технологический процесс отверждения полимерного композиционного материала в виде трубы.  В научных публикациях показано, что по сравнению с традиционными технологиями производства изделий из труб, микроволновая технология позволяет:  - сократить время отверждения в 8-10 раз,  - уменьшить затраты электроэнергии в 8-10 раз,  -снизить пористость в 5-7 раз,  - повысить прочностные характеристики материала, например,  - повысить модуль упругости на изгиб 30% и предел прочности на растяжение на 20%.  Технической задачей, на решение которой направлено предлагаемое исследование, является обеспечение равномерного нагрева трубы из полимерного композиционного материала по всему объёму, повышение коэффициента полезного действия микроволновой установки за счёт уменьшения расхода электроэнергии и улучшение физико-механических характеристик получаемых изделий. |
| Цель проекта | Предложить конструкцию микроволновой установки для производства трубы заданного диаметра и толщины из полимерного композиционного материала, рассчитать её параметры, которые должны обеспечить снижение энергетических затрат более, чем на порядок и улучшить физико-механические характеристики. |
| Планируемые результаты проекта, специальные или функциональные требования к результату | Проектные:  В результате выполнения проекта планируется получение следующих результатов:  - предложена конструкция микроволновой установки для производства трубы из базальтового волокна с эпоксидным связующим, диаметром 1,5 м и толщиной 40 мм;  - предложена модель и метод расчета параметров микроволновой установки и технологического режима термообработки изделия в виде трубы;  - проведен расчёт параметров микроволновой установки и технологического процесса термообработки трубы из полимерного композиционного материала;  - проведено сравнение теоретических результатов и существующих экспериментальных исследований с использованием микроволнового излучения, полученных из научных публикаций или полученных участниками проекта;  - проведено моделирование процесса нагрева трубы в рассчитанной конструкции микроволновой установки с использованием специализированных программ;  - представлено сравнение традиционных и микроволновых технологий производства труб, где должно быть показаны достоинства микроволнового метода нагрева, который позволяет более, чем на порядок сократить энергетические затраты и улучшить прочностные характеристики, сделать комфортные условия для обслуживающего персонала.  - результаты проекта должны заинтересовать возможных Заказчиков с целью внедрения микроволнового метода в производство труб.  Образовательные (*в увязке с требованиями ОС НИУ ВШЭ*):  Развитие знаний, умений и навыков, связанных с применением профессиональных инструментов.  Развитие способности применения профессиональных инструментов для решения проблем в профессиональной деятельности.  Развитие способности оценки потребности в ресурсах и планирование их использования при решении задач в профессиональной деятельности  Развитие способности работы с информацией из различных источников для решения профессиональных задач, в том числе отбора и анализа информации для решения других проектных задач  Развитие способности работать в команде, в том числе принятия командных ролей и ответственности за результаты коллективного труда  Развитие способности выполнения экспериментальных исследований объектов профессиональной деятельности в области ИКТСС по заданным методикам и обработки результатов исследований с применением современных информационных технологий и технических средств.  Развитие способности ответственно принимать решения в нестандартных ситуациях профессиональной деятельности, проявлять творческий подход и инициативу. |
| Требования к участникам с указанием ролей в проектной команде при групповых проектах | Основные требования к участникам проекта состоят в том, чтобы команда могла:  - найти и обработать данные, полученные через Интернет по тематике проекта;  - построить необходимые графики и диаграммы с использованием компьютерных программ (дисциплина: “Инженерная и компьютерная графика”);  - знать основы электродинамики (курс физики и дисциплина: “Электромагнитные поля и волны в современных телекоммуникациях”);  - уметь использовать специализированные программы трехмерного численного моделирования электромагнитных полей, например, Microwave Office" или "ANSYS HFSS" (дисциплина:”Моделирование в проектировании МИС и СС”). |
| Количество вакантных мест на проекте | 3 |
| Проектное задание | *полно и однозначно описать работу, выполняемую участниками*  Выполнение проекта включает в себя следующие основные этапы:  Для капитана команды:   1. Введение. Описание традиционных установок и их параметров, использующихся при производстве труб. Основные недостатки традиционных технологий; 2. Альтернативный метод – использование в качестве источника тепла, - энергии микроволнового излучения (частота колебаний электромагнитного поля 2450 МГц). Основные преимущества применения микроволновых технологий; 3. Обоснование выбора конструкции микроволновой установки для отверждения трубы, внутренним диаметром 1,5 м и толщиной 40 мм из базальтового волокна с использованием термореактивного связующего на основе эпоксидной смолы.   Для члена команды:   1. Обоснование выбора модели и метода расчёта микроволновой установки и технологического режима термообработки трубы из полимерного композиционного материала; 2. Проведение расчёта микроволновой установки и технологического режима термообработки трубы (оптимальная температура отверждения материала трубы 180-200°С) из полимерного композиционного материала; 3. Проведение экспериментальных исследований с использованием поиска результатов экспериментальных исследований в научных публикациях; 4. Сравнение рассчитанных и экспериментальных исследований.   Для члена команды:   1. Проведение моделирования процесса отверждения трубы из полимерного композиционного материала с использованием программ трёхмерного численного моделирования Microwave Office" или "ANSYS HFSS". 2. Сравнение результатов моделирования с рассчитанными и экспериментальными результатами. Заключение. |
| Критерии отбора студентов | Собеседование |
| Сроки и график реализации проекта | С 10 октября 2020 г. по 20 апреля 2021 г.  Проектное задание по проекту разбивается на этапы, который знает каждый участник проекта и реализуется таким образом, чтобы к 20 апрелю 2021 года должен быть представлен отчёт по проекту, оформленный по требованиям Проектного офиса, а также подготовлена презентация проекта. |
| Трудоемкость (часы в неделю) на одного участника | 6 |
| Количество кредитов | 6 |
| Форма итогового контроля | Экзамен для проектов от 3 кредитов. |
| Формат представления результатов, который подлежит оцениванию | Представляется отчёт по законченному проекту. Руководитель оценивает вклад каждого участника в выполнение проекта |
| Образовательные результаты проекта | Навыки и компетенции, приобретаемые или развиваемые в проекте отражены в разделе *«*Планируемые результаты проекта, специальные или функциональные требования к результату»  карта компетенций:  ИКТСС: УК-1 - СК-Б1; УК-3 - СК-Б4; УК-4 - СК-Б5; УК-5 - СК-Б6; УК-7 - СК-Б8; ПК-2 - ИК-Б1.1\_5.2.НИД\_7.2.(ИКТСС); ПК-7 - ИК-Б1.1\_4.1\_4.3\_4.6.ПД8\_АД (ИКТСС); ПК-18 - СЛК–Б7; ПК-23 - СЛК–Б4; ПК-24 - СЛК–Б3  ИнжЭ: СК-1 - СК-М1; СК-5 - СК-М5; СК-6 - СК-М6; ПК5, ПК6, ПК9, ПК12, ПК13, ПК18, ПК19 |
| Критерии оценивания результатов проекта с указанием всех требований и параметров | Формула результирующей оценки   1. Оценка работы участников, включая оценку их отчетов по проекту, согласно проектному заданию; 2. Оформление учебной отчетной документации по проекту, в частности, оценочного листа и отзыва руководителя проекта на каждого участника и на выполненный проект в целом. |
| Возможность пересдач при получении неудовлетворительной оценки | *Да* |
| Рекомендуемые образовательные программы | Инфокоммуникационные технологии и системы связи |
| Территория | Лаборатория СВЧ электроники, микроволновых и лазерных технологий (ул. Таллинская, 34) |