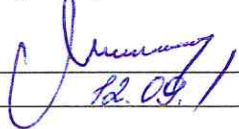


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева – КАИ»
(КНИТУ – КАИ)

СОГЛАСОВАНО:
Директор ПИШ КАИ


Шабалин Л.П.
2024 г.

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. директора корпоративного института


Никитина Т.С.
2024 г.



ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

«Вакуумная инфузия - профессиональная. Печное формование. Препрег»

1. Основные характеристики программы

Соответствие профессиональным стандартам	Программа составлена с учетом профстандартов "Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области материаловедения и технологии материалов" утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 3 июля 2019 года №477н
Соответствие квалификационным требованиям	Программа составлена с учетом требований Единого квалификационного справочника должностей для Инженеров-технологов (Код 2141 по ОКЗ), постановления Минтруда России от 21.08.1998 № 37 «Общепрофессиональные квалификационные характеристики должностей работников, занятых на предприятиях, в учреждениях и организациях» и приказа Минздравсоцразвития РФ от 11.01.2011 N 1н «Об утверждении Единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих», раздел «Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов высшего профессионального и дополнительного профессионального образования»
Категория слушателей	Лица, имеющие или получающие высшее или среднее профессиональное образование
Срок обучения	100 академических часов
Форма обучения	очная

Программа дополнительного профессионального образования разработана и реализуется в рамках федерального проекта «Передовые инженерные школы. Комплексная авиационная инженерия».

2. Цель реализации программы.

Целью изучения программы является освоение основ классической вакуумной инфузии, получение навыков формования изделий сложной геометрической формы методом классической вакуумной инфузии, а также освоение основ производства изделий из ПКМ и получение навыков формования изделий сложной геометрической формы из препрега.

Основными задачами программы являются:

- изготовления оснасток для изготовления изделий сложной геометрической формы из полимерных композиционных материалов (ПКМ) методом классической вакуумной инфузии;
- формование изделия из ПКМ методом классической вакуумной инфузии;
- изготовление изделий простой и сложной геометрической формы из препрега методом печного формования.

3. Требования к результатам обучения

Слушатель, освоивший программу, должен:

3.1. Обладать следующими компетенциями:

- способность сочетать теорию и практику для решения инженерных задач (ОПК-4 ФГОС ВО 22.03.01);
- способность использовать на практике современные представления о влиянии микро- и нано- структуры на свойства материалов, их взаимодействии с окружающей средой, полями, частицами и излучениями (ПК-6 ФГОС ВО 22.03.01);
- способность выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов (ПК-7 ФГОС ВО 22.03.01).

3.2. Знать:

- основные и вспомогательные типы материалов;
- схемы выкладки материалов.

3.3. Уметь:

- работать со стандартными и нестандартными схемами пропитки при изготовлении изделия;
- работать с изделиями как простой, так и сложной геометрической формы.

3.4. Владеть:

- методом классической вакуумной инфузии для изготовления оснасток и изделий сложной геометрической формы;
- методами работы с препрегом для изготовления изделий сложной геометрической формы с сотовым наполнителем;
- методами работы с препрегом для изготовления изделий сложной геометрической формы с закладными элементами.

4. Содержание программы

Календарный учебный график

Образовательный процесс по программе может осуществляться в течение всего календарного года.

Форма обучения	Академических часов в день	Общая продолжительность программы (дней, недель, месяцев)
очная	10	10 дней

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

программы повышения квалификации

«Вакуумная инфузия – профессиональная. Печное формование. Препрег»

№	Наименование разделов, дисциплин и тем	Всего академических часов	В том числе		Формы контроля
			Лекции	Практические и лабораторные занятия	
1	Теоретический вводный курс	16	16	0	-

1.1	Современные конструкционные материалы и их применение	2	2	0	-
1.2	ПКМ в авиа- и машиностроении	2	2	0	-
1.3	Виды ПКМ, их свойства и структура	2	2	0	-
1.4	Основные и вспомогательные материалы технологического процесса	2	2	0	-
1.5	Основное и вспомогательное оборудование технологического процесса.	2	2	0	-
1.6	Основы метода вакуумной инфузии	1	1	0	-
1.7	Схемы выкладки материалов	2	2	0	-
1.8	Схемы пропитки материалов (стандартные)	1	1	0	-
1.9	Виды заполнителей тонкостенных конструкций, их свойства	2	2	0	-
2	Изучение принципов сборки вакуумных мешков, нестандартные схемы пропитки, схемы выкладки и раскроя материала, особенности раскроя, особенности работы с препрегом.	26	2	24	-
2.1	Изготовление оснасток из ПКМ сложной геометрической формы методом классической вакуумной инфузии	4	0	4	-
2.2	Работа по сборке вакуумных мешков, освоение основных принципов	4	0	4	-
2.3	Работа с нестандартными схемами пропитки	4	0	4	-
2.4	Особенности раскроя технических тканей при изготовлении изделия из ПКМ	4	0	4	-
2.5	Особенности работы с препрегом	2	2	0	-
2.6	Ознакомление с основными и вспомогательными материалами при изготовлении изделий из ПКМ	4	0	4	-
2.7	Ознакомление со схемами выкладки и раскроя материала. Работа с препрегом	4	0	4	-
3	Изготовление с использованием дополнительных линий подач связующего, различных типов переходников и портов для подачи связующего	9	0	9	-
3.1	Изготовление изделий из ПКМ сложной геометрической формы методом классической вакуумной инфузии	5	0	5	-
3.2	Изготовление изделий из ПКМ сложной геометрической формы с использованием дополнительных линий подач связующего, различных типов переходников и портов для подачи связующего	4	0	4	-
4	Изготовление изделий и оснасток методом классической вакуумной инфузии с использованием современных вспомогательных материалов	15	0	15	-

4.1	Изготовление с использованием мембранных тканей и рукавов	5	0	5	-
4.2	Изготовление оснасток со сложной интегральной конструкцией	5	0	5	-
4.3	Изготовление и установка поддерживающего каркаса на оснастках из ПКМ	5	0	5	-
5	Изготовление изделий из препрега	24	0	24	
5.1	Изготовление изделий простой геометрической формы	8	0	8	-
5.2	Изготовление изделий сложной геометрической формы	8	0	8	-
5.3	Изготовление изделий с использованием сотового наполнителя	8	0	8	-
6	Итоговая аттестация	10	4	6	Зачет
	Итого	100	22	78	Зачет

УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

программы повышения квалификации

«Вакуумная инфузия – профессиональная. Печное формование. Препрег»

Раздел 1. Теоретический вводный курс (16 ак.часов)

- 1.1. Современные конструкционные материалы и их применение.
 - Изучение видов конструкционных материалов.
 - Анализ применения конструкционных материалов.
- 1.2. ПКМ в авиа- и машиностроении.
 - Особенности применения ПКМ в отраслях авиа- и машиностроения.
- 1.3. Виды ПКМ, их свойства и структура.
1. 4. Основные и вспомогательные материалы технологического процесса.
 - Анализ особенностей выбора вспомогательных материалов и оборудования.
- 1.5. Основное и вспомогательное оборудование технологического процесса.
 - Основное оборудование технологического процесса.
 - Вспомогательное оборудование технологического процесса.
- 1.6. Основы метода вакуумной инфузии.
 - Предназначение метода.
 - Характеристика метода вакуумной инфузии.
- 1.7. Схемы выкладки материалов.
 - Освоение правил раскроя.
 - Изучение схем выкладки материалов после раскроя.
- 1.8. Схемы пропитки материалов (стандартные).
- 1.9. Виды заполнителей тонкостенных конструкций, их свойства.
 - Освоение видов заполнителей тонкостенных конструкций.
 - Анализ свойств заполнителей тонкостенных конструкций.

Раздел 2. Изучение принципов сборки вакуумных мешков, нестандартные схемы пропитки, схемы выкладки и раскроя материала, особенности раскроя, особенности работы с препрегом (26 ак.часов)

- 2.1. Изготовление оснасток из ПКМ сложной геометрической формы методом классической вакуумной инфузии.

- Освоение метода классической вакуумной инфузии.
- Изготовление оснасток из ПКМ сложной геометрической формы классическим методом
- 2.2. Работа по сборке вакуумных мешков, освоение основных принципов.
 - Принципы работы при сборке вакуумных мешков.
 - Сборка вакуумных мешков.
- 2.3. Работа с нестандартными схемами пропитки.
- 2.4. Особенности раскроя технических тканей при изготовлении изделия из ПКМ.
 - Виды технических тканей при изготовлении изделия из ПКМ.
 - Особенности раскроя технических тканей.
- 2.5. Особенности работы с препрегом.
 - Изучение режимов формования в печи.
 - Разбор особенностей работы с препрегом.
- 2.6. Ознакомление с основными и вспомогательными материалами при изготовлении изделий из ПКМ.
 - Освоение видов основных материалов при изготовлении изделий из ПКМ.
 - Анализ вспомогательных материалов при изготовлении изделий из ПКМ.
- 2.7. Ознакомление со схемами выкладки и раскроя материала. Работа с препрегом.
 - Освоение видов схем выкладки и раскроя материала.
 - Работа с препрегом.

Раздел 3. Изготовление с использованием дополнительных линий подач связующего, различных типов переходников и портов для подачи связующего (9 ак.часов)

- 3.1. Изготовление изделий из ПКМ сложной геометрической формы методом классической вакуумной инфузии.
- 3.2. Изготовление изделий из ПКМ сложной геометрической формы с использованием дополнительных линий подач связующего, различных типов переходников и портов для подачи связующего.
 - Изучение различных типов переходников и портов для подачи связующего.
 - Использование дополнительных линий подач связующего при изготовлении изделий из ПКМ сложной геометрической формы.

Раздел 4. Изготовление изделий и оснасток методом классической вакуумной инфузии с использованием современных вспомогательных материалов (15 ак.часов.)

- 4.1. Изготовление с использованием мембранных тканей и рукавов.
 - Освоение видов мембранных тканей.
 - Изготовление изделий и оснасток с использованием мембранных тканей и рукавов.
- 4.2. Изготовление оснасток со сложной интегральной конструкцией.
- 4.3. Изготовление и установка поддерживающего каркаса на оснастках из ПКМ.
 - Изготовление поддерживающего каркаса на оснастках из ПКМ.
 - Установка поддерживающего каркаса.

Раздел 5. Изготовление изделий из препрега (24 ак. часа).

- 5.1. Изготовление изделий простой геометрической формы.
 - Изготовление изделий с использованием плоской технологической оснастки;
 - Геометрия изделия плоская и с углами 90 градусов.
- 5.2. Изготовление изделий сложной геометрической формы.
 - Изготовление изделий с использованием криволинейной пространственной технологической оснастки.
- 5.3. Изготовление изделий с использованием сотового наполнителя.

— Изготовление трехслойной конструкции из препрега и сотового наполнителя.

Перечень практических и лабораторных занятий

Раздел	Номер темы	Наименование практического или лабораторного занятия	Кол-во академических часов
1	2	3	4
2	2.1	Изготовление оснасток из ПКМ сложной геометрической формы методом классической вакуумной инфузии	4
	2.2	Работа по сборке вакуумных мешков, освоение основных принципов	4
	2.3	Работа с нестандартными схемами пропитки	4
	2.4	Особенности раскроя технических тканей при изготовлении изделия из ПКМ	4
	2.6	Ознакомление с основными и вспомогательными материалами при изготовлении изделий из ПКМ	4
	2.7	Ознакомление со схемами выкладки и раскроя материала. Работа с препрегом	4
3	3.1	Изготовление изделий из ПКМ сложной геометрической формы методом классической вакуумной инфузии	5
	3.2	Изготовление изделий из ПКМ сложной геометрической формы с использованием дополнительных линий подачи связующего, различных типов переходников и портов для подачи связующего	4
4	4.1	Изготовление с использованием мембранных тканей и рукавов	5
	4.2	Изготовление оснасток со сложной интегральной конструкцией	5
	4.3	Изготовление и установка поддерживающего каркаса на оснастках из ПКМ	5
5	5.1	Изготовление изделий простой геометрической формы	8
	5.2	Изготовление изделий сложной геометрической формы	8
	5.3	Изготовление изделий с использованием сотового наполнителя	8

5. Материально-технические условия реализации программы

Наименование специализированных аудиторий кабинетов, лабораторий (адрес)	Вид занятий	Наименование оборудования/программного обеспечения
1	2	3
НИЛ «СЦК «Технологии композитов»	Лекции Практические занятия	Лабораторное оборудование, компьютеры, мультимедийный проектор, проекционный экран, доска, манометр, сушильная печь, вакуумная ловушка

Практические занятия проводятся на территории КНИТУ-КАИ с использованием

материально-технической базы «НИЛ «СЦК «Технологии композитов».

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение программе

6.1 Основная и дополнительная учебная литература

1. Gibson, Ronald F. Principles of composite material mechanics / Ronald F. Gibson. – 2nd ed. Includes bibliographical references and index. ISBN 0-8247-5389-5 (978-0-8247-5389-4 : alk. paper).
2. Галимов Э.Р. Современные конструкционные материалы для машиностроения: учебное пособие / Э.Р. Галимов, А.Л. Абдуллин. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 268 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – Текст: непосредственный.
<https://e.lanbook.com/reader/book/122184/#2>
3. Технология производства композитных изделий: учебное пособие / В.И. Халиулин, И.И. Шапаев; Министерство образования и науки РФ; КГТУ им. А.Н. Туполева – Казань: издательство КГТУ, 2004 г. – 332 с.
4. Технология производства изделий и композиционных материалов: подготовка производства и формирование структуры изделий из полимерных композиционных материалов: конспект лекций / В.И. Халиулин, И.И. Шапаев; Министерство образования и науки РФ; КГТУ им. А.Н. Туполева – Казань: издательство КГТУ, 1996 г. – 63 с.
5. Справочник по композиционным материалам: В 2 кн. / Под ред. Дж. Любина; Пер. с англ. Под ред. Б.Э. Геллера. – М.: Машиностроение, 1988.
6. Гайдачук В.Е., Гречка В.Д., Кобрин В.И. Рукавишников А.И. Технология производства конструкций летательных аппаратов из композиционных материалов: учеб. пособие – Харьков: Изд-во ХАИ, 1985. – 106 с.
7. Крысин В.Н., Крысин М.В. Технологические процессы формования, намотки и склеивания конструкций. – М.: Машиностроение, 1989. – 240 с.
8. Алексеев Г.В., Асташкин В.П., Самохвалов В.В. Технология изготовления авиационных конструкций из композиционных полимерных материалов: учебн. пособие. – Воронеж: ВПП, 1983. – 87 с.
9. Кербер М.Л. и др. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология. Учебное пособие. – 4-е испр. изд./под ред. А.А. Берлина. – СПб.: ЦОП «Профессия», 2015. 560 с. (с грифом УМО)
10. Людоговский П.Л., Халиулин В.И. Основы проектирования сборочной оснастки в технологиях производства летательных аппаратов. Учебное пособие. Казань: Изд-во КНИТУ-КАИ, 2016. 244 с. (с грифом УМО)

6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Официальный сайт Министерства образования и науки Российской Федерации;
2. Сайт «Федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования»;
3. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru>
4. Ссылка на инструкции по использованию информационных ресурсов на сайте КНИТУ-КАИ (<http://kai.ru>)
5. Ссылка на Документацию и инструкции на сайте ЭОР КНИТУ-КАИ (<http://e.kai.ru>), bb.kai.ru
6. Ссылка на официальный сайт системы по созданию курса и обучению для преподавателей и студентов.

7. Оценка качества освоения программы

Итоговая аттестация проводится в виде комплексного зачета. Зачет состоит из:

А) письменного зачета, в который входит развернутый письменный ответ на контрольные вопросы:

1. Определение и классификация полимерных композитов.
2. Структура и свойства волокнистых ПКМ.
3. Основные виды связующих ПКМ.
4. Композиты с углеволокнистым наполнителем.
5. Композиты со стекловолокнистым наполнителем.
6. Основные принципы метода вакуумной инфузии
7. Схемы укладки при вакуумной инфузии.
8. Достоинства и недостатки технологии вакуумной инфузии.
9. Особенности выбора связующих и наполнителей при изготовлении изделий из ПКМ.
10. Принятие единого конструкторско-технологического решения при производстве изделий из ПКМ.
11. Основные материалы при изготовлении изделий из ПКМ.
12. Вспомогательные материалы.
13. Работа с препрегом.

За полный ответ на основные вопросы начисляется 10 баллов за каждый вопрос, за неполный ответ – 5 баллов, за правильный ответ на дополнительные вопросы начисляется 5 баллов. Максимально количество баллов – 130.

Б) выполнения практических заданий:

1. Подбор оптимальной технологии и материалов.
2. Разработка и оформление технологического процесса изготовления изделия из ПКМ и т.д.

Слушатель считается аттестованным, если имеет оценку «зачтено».

Слушателю ставится оценка «зачтено» при следующих условиях:

- результат тестирования: 85 и более баллов из 130;
- разработка и оформление технологического процесса изготовления изделия из ПКМ качеством выше среднего.

Качество разработки и оформления зависит от следующих критериев:

1. Последовательность технологических операций указана в полном объеме.
2. Перечень основных и вспомогательных материалов указан в полном объеме.
3. Оборудование и инструменты для изготовления изделия из ПКМ указаны в полном объеме.

Для получения оценки «зачтено» допускается до трех ошибок по каждому критерию.

Слушателю ставится оценка «не зачтено» при следующих условиях:

- результат тестирования: менее 85 баллов из 130;
- разработка и оформление технологического процесса изготовления изделия из ПКМ качеством ниже среднего (при условии допущения более трех ошибок по каждому критерию).

8. Кадровые условия реализации программы

В реализации программы принимают участие специалисты НИЛ «СЦК «Технологии композитов» КНИТУ-КАИ.

9. Разработчики и составители программы

Гилясов Евгений Анатольевич, ведущий инженер НИЛ «СЦК «Технологии композитов»